1934 № 1

ДОКЛАДЫ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE 16 FEB. 1934

COMPTES RENDUS

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

НОВАЯ СЕРИЯ — NOUVELLE SÉRIE

Том I — Volume I

ОГЛАВЛЕНИЕ — SOMMAIRE

	стр.
Акад. С. Н. Бернштейн. О линейных квазинепрерывных цепях Маркова	1
Акад. И. М. Виноградов. Новые приложения тригонометрических сумм	10
М. Романова, А. Рубцов и Г. Покровский. Серебрение зеркальных поверхностей катодным распылением	15
Б. А. Никитин. Об одной качественной реакции на радий	19
Акад. А. Н. Бах, З. В. Ермольева и М. П. Степанян. Связывание атмосферного азота при обыкновенной температуре и давлении при посредстве энзимов, извлеченных из азотных бактерий	22
А. В. Николаев, В. М. Вдовенко и П. Ф. Похил. Об искусственном обезвоживании водных солей солнечной энергией	25
С. Д. Балаховский. К вопросу о роли каротина в организме	28
Ю. Я. Керкис. Гибридизация *Drosophila melanogaster* и *Drosophila simulans* в связи с вопросом о причинах стерильности междувидовых гибридов животных	31
М. Х. Чайлахян. Влияние длины дня на хлорофиллоносный аппарат растений	37
О. С. Вялов. О нижнем палеогене Бухары	48

	pag.
S. Bernstein, de l'Académie. Sur les chaînes linéaires de Markov quasi-continues	4
I. Vinogradow, member of the Academy. New applications of trigonometrical polynomes	14
M. Romanova, A. Rubcov und G. Pokrovskij. Versilberung von Spiegelflächen durch Kathodenzerstäubung	17
B. Nikitin. Über eine qualitative Reaktion auf Radium	20
A. Bach, de l'Académie, Z. Ermoljeva et M. Stepanjan. Fixation de l'azote atmosphérique par l'intermédiaire d'enzymes extraites de cultures d'*Azotobacter chroococcum*	24
A. Nikolajev, V. Vdovenko, and P. Pochil. Artificial dehydration of hydrated salts by means of solar energy	26
S. Balachovskij. Recherches sur le rôle du carotène dans l'organisme	29
J. Kerkis. Hybridization between *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans* and the question of the causes of sterility of interspecific animal hybrids	34
M. Cajlahjan. The effect of the length of day upon the chlorophyll apparatus of plants	40
O. Vjalov (Vialov). Sur le paléogène inférieur du Boukhara	45

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В „Докладах" помещаются предварительные сообщения или статьи-конспекты научных сотрудников СССР, содержащие в краткой форме наиболее существенные результаты их работы в области математики, естествознания и теоретической техники.

2. Объем статьи не должен превышать 10 000 печ. знаков.

3. Статьи направляются для напечатания в „Докладах" или непосредственно в редакцию, или через действительных членов Академии Наук.

4. Статьи принимаются для напечатания по отзыву членов Редакционной коллегии или действительных членов Академии Наук по специальности.

5. Каждая статья печатается на русском и на одном из иностранных языков, французском, английском или немецком. Автор должен представить вместе с русским текстом статьи ее перевод или резюме на одном из указанных иностранных языков.

6. Объем перевода не должен превышать 10 000 печ. знаков, резюме — не более 3 000 печ. знаков.

7. Цитируемая литература должна быть автором указываема не в подстрочных примечаниях, а в конце статьи общим списком с обозначением в тексте статьи порядковой цифрой ссылки на цитируемую работу.

8. В конце статьи автором должно быть обозначено на русском и иностранном языках название и местонахождение научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Иллюстрации в „Докладах" помещаются лишь в исключительных случаях.

10. Статьи должны быть доставляемы в совершенно готовом к печати виде (переписанными на машинке на одной стороне листа, через два перекатa).

11. В виду срочности издания корректуры статей авторам не посылаются.

12. Автор получает бесплатно 50 отдельных оттисков своей статьи.

Редакционная Коллегия просит действительных членов Академии Наук при направлении статей в „Доклады" для напечатания указывать на статьях дату их получения от авторов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
1 января 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. Волин*

Редакционная коллегия: академик А. А. Борисяк
академик С. И. Вавилов
академик А. А. Рихтер

Ответственный редактор академик-секретарь ОМЕН А. А. Борисяк

Редактор издания И. М. Эйзен. — Ученый корректор М. И. Стеблин-Каменский

Сдано в набор 17 декабря 1933 г. — Подписано к печати 26 декабря 1933 г.

48 стр. (1—48)

Формат бум. 72 × 110 см. — 3 печ. л. — 51 840 печ. зн. в л. Тираж 3000

Ленгорлит № 17094. — АНИ № 375. — Заказ № 2266

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

С. Н. БЕРНШТЕЙН

О ЛИНЕЙНЫХ КВАЗИ-НЕПРЕРЫВНЫХ ЦЕПЯХ МАРКОВА

1. Я излагаю здесь несколько элементарных вычислений, некоторые результаты которых я уже отметил в своем докладе „Sur les liaisons entre les grandeurs aléatoires“ („О связях между случайными величинами“), помещенном в Verhandlungen des Internationalen Mathematiker-Kongresses, Zürich, 1932.

Пусть будет [1]*, где a, b, a', b' — постоянные, введенные ради краткости письма, а α_n, β_n — независимые случайные величины, причем для большей определенности предполагается, что $E\alpha_n = E\beta_n = 0$ (знак E обозначает математическое ожидание). Тогда величины (y_n, z_n) образуют линейную цепь Маркова.

Легко видеть, что (y_n, z_n) могут быть представлены, как суммы независимых величин.

Полагая $Ey_n = M_n$, $Ez_n = N_n$, мы прежде всего имеем [2], так что M_n и N_n непосредственно определяются по начальным условиям, а $y_n - M_n$ и $z_n - N_n$ удовлетворяют тем же равенствам [1].

Положим далее [3], где u и v — корни характеристического уравнения [4], мы будем иметь [5], а $C_o^{(n)}$, $D_o^{(n)}$ определятся из уравнений [5a], откуда следует [5b].

Итак [6], (так как

$$u - a = b' - v,\ (v - a)(u - a) = -ba'),$$

когда начальные значения установлены.

Введем теперь переменную t соответственно каждому индексу i и, принимая во внимание, что Δt представляет приращение t при возрастании i на одну единицу, положим: [7], так что уравнения [1] уложатся в форму [8]; допустим, сверх того, что [9].

При таких условиях, полагая

$$x = 1 + \xi\Delta t,$$

мы заменим характеристическое уравнение [4] уравнением [10] и, обозначая через (ξ_1, ξ_2) его два корня, будем иметь [11].

2. В приложениях часто бывает, что интервал Δt времени t, по истечении которого (y_n, z_n) получают приращения Δ_y и Δ_z, весьма мал; таким образом нам приходится отыскивать предельный закон вероятностей, к которому может стремиться последовательность величин (y_n, z_n), когда Δt стремится к нулю.

Надлежит подчеркнуть, прежде чем перейти к расчетам, что совокупность переменных (y, z), удовлетворяющая имеющему быть найденным нами предельному закону, является чисто фиктивной, совершенно так же,

* Цифры в прямых скобках соответствуют формулам, помещенным во французском тексте статьи.

как и переменная z, удовлетворяющая в теореме Лапласа нормальному закону, к которому стремится закон $\frac{m-np}{\sqrt{npq}}$ при бесконечном возрастании числа опытов. На деле истинный закон (y_n, z_n) соответствующий Δt превышающему определенную заранее данную величину, лишь приблизительно равен тому, который получается из предельных формул, и здесь именно и возникает важная проблема: установить минимальный допустимый интервалл Δt посредством измерения расхождения наблюдений с предельными формулами.

Добавим предположение, что [12], когда $\Delta t \to 0$; этот случай представляется, в частности, если α_n и β_n являются величинами порядка $\sqrt{\Delta t}$. При таких условиях применима обобщенная предельная теорема Ляпунова.

Действительно, M_n и N_n будут иметь пределами величины $M(t)$ и $N(t)$, определенные уравнениями [13] и [14], а также

$$C(t) = \lim E(y_n - M_n)(z_n - N_n) \text{ и } D(t) = \lim E(z_n - N_n)^2$$

остаются конечными, и подобным же рассчетом проверяется, что $E(y_n - M_n)^3$ и $E(z_n - N_n)^3$ стремятся к нулю с Δt.

Итак, предельный закон и есть нормальная корреляция и поверхность корреляции имеет параметрами величины $M(t)$, $N(t)$, $B(t)$, $C(t)$ и $D(t)$ из коих лишь две первые, $M(t), = Ey(t)$ и $N(t) = Ez(t)$ зависят от начальных значений. Сверх того, если значения $y(t_0), = y_0$ и $z(t_0) = z_0$ даны к моменту $t = t_0 > 0$, то закон $(y(t_1), z(t_1))$, во всякий момент $t > t_0$ будет, очевидно, нормальным, причем три последних параметра превратятся в $B(t - t_0)$, $C(t - t_0)$, $D(t - t_0)$, в то время как M и N (по уравнениям [13]) примут значения [15].

Эти уравнения, таким образом, представляют плоскости нормальной регрессии, соответственно, величин $y(t_1)$ и $z(t_1)$, когда последние наблюденные значения двух переменных $y(t)$ и $z(t)$ отвечают моменту t_0.

В действительности, чтобы получить цепь, надлежит одновременно рассматривать y и z. Каждая из этих величин, взятая в отдельности, образует цепь лишь тогда, когда будет соответственно $k = 0$ или $l = 0$. В том случае, напр., когда $k = 0$, получается

$$M = y_0 e^{P(t-t_0)}, \; B(t) = \frac{\sigma^2}{2P}\left(e^{2Pt} - 1\right).$$

Если режим является стационарным (для чего требуется $P < 0$), то коэффициент корреляции

$$R(t_0, t_1) = e^{P(t_1 - t_0)} \quad (t_0 < t_1),$$

но вообще будет

$$R(t_0, t_1) = e^{P(t_1 - t_0)} \sqrt{\frac{B(t_0)}{B(t_1)}}.$$

В частности, если $P = 0$ [броуновское движение, где $B(t) = \sigma t$], имеем

$$R(t_0, t_1) = \sqrt{\frac{t_0}{t_1}};$$

легко видеть, что $Ey(t)$ получается прямолинейной интерполяцией, если $y(t_0)$ и $y(t_1)$ одновременно известны, то

$$Ey(t) = \frac{(t - t_0) y_1 - (t - t_1) y_0}{t_1 - t_0}.$$

3. В общем случае можно определить B, C, D (раз только их существование обеспечено) посредством диференциальных уравнений [16],

которые выводятся из уравнения [8]. Достаточно, напр., для получения первого из них помножить первое из уравнений [8] на $2y_n$, образовать математические ожидания его двух членов и перейти к пределу.

Присмотримся ближе к случаю, когда $Q = \varepsilon_n = \sigma_1 = 0, l = 1$, который по исключении $y_n = \frac{\Delta z_n}{\Delta t}$ приводится к единственному уравнению второго порядка [17].

В этом случае уравнения [16] будут иметь характеристическим уравнением [18].

Следовательно, предполагая $B(0) = C(0) = D(0) = 0$, имеем [19].

В стационарном состоянии,* которое осуществляется при $t \to 0$, если $P < 0$, $k < 0$, имеем:

$$C = 0,\ B = -\frac{\sigma^2}{2P},\ D = \frac{\sigma^2}{2kP}.$$

Коэфициент корреляции R между скоростью и положением равняется, следовательно, нулю в случае стационарности. Во всех случаях $R \geqslant 0$: это означает, что если действием случайных ударов движущаяся точка смещена с положения, которое она занимала бы в отсутствии таковых, то, вообще, вероятно, что в этот момент она стремится еще более от него удалиться.

Рассмотрим частные случаи предельного характера.

1) $P = 0$. В этом случае [20].

Если одновременно $k = -L^2 < 0$, периодичность величин

$$M = -Lz_0 \sin Lt + y_0 \cos Lt,\ N = z_0 \cos Lt + \frac{y_0}{L} \sin Lt$$

не сопровождается таковой же дисперсий B и D, заключающих в себе вековые члены [21].

В самом деле теорема живых сил, согласно которой имеется тождественно

$$M^2 + L^2 N^2 = y_0^2 + L^2 z_0^2,$$

приводит к

$$Ey^2 + L^2 Ez^2 = y_0^2 + L^2 z_0^2 + B + L^2 D = y_0^2 + L^2 z_0^2 + \sigma^2 t.$$

Если

$$W = y^2 + L^2 z^2 = z'^2 + L^2 z^2$$

представляет энергию, это равенство попросту означает, что математическое ожидание приращения энергии

$$E(w(t) - w(t_0)) = \sigma^2 (t - t_0)$$

равно таковому энергии случайных импульсов.

2) $P^2 + 4k = 0$. В этом случае мы имеем [22].

3) $k = 0$, $P \gtrless 0$. Тогда [23].

В этом случае y образует изолированную цепь, а z может рассматриваться как предел $\Sigma y_i \Delta t$ или же как стохастический интеграл y.

4) $P = k = 0$. Тогда [24].

Если начальные дисперсии B_0, C_0, D_0 не равны нулю, имеем:

$$B = \sigma^2 t + B_0,\ C = \frac{\sigma^2 t^2}{2} + B_0 t + C_0,\ D = \frac{\sigma^2 t^3}{3} + B_0 t^2 + 2 C_0 t + D_0.$$

Поступило в Редакцию
12 XII 1933.

---

* В общем случае уравнений [8] стационарный режим сможет быть осуществлен, лишь если $P + Q < 0$, $PQ - kl > 0$ (см. примеч. во франц. тексте на стр. 8).

SUR LES CHAÎNES LINÉAIRES DE MARKOV QUASI-CONTINUES

Par S. BERNSTEIN, de l'Académie

1. Je me propose d'exposer quelques calculs élémentaires dont j'ai indiqué certains résultats dans ma conférence „Sur les liaisons entre les grandeurs aléatoires" (Verhandlungen des Internationalen Mathematiker-Kongresses, Zürich, 1932).

Soit

$$y_{n+1} = a y_n + b z_n + \alpha_n, \quad z_{n+1} = a' y_n + b' z_n + \beta_n \tag{1}$$

où a, b, a', b' sont des constantes (pour simplifier l'écriture) et α_n, β_n des grandeurs aléatoires indépendantes, en admettant, pour fixer les idées, que

$$E\alpha_n = E\beta_n = 0.$$

(Le signe E représente l'espérance mathématique). Les grandeurs (y_n, z_n) forment alors une chaîne linéaire de Markov.

Il est facile de voir que (y_n, z_n) peuvent être représentées comme des sommes de quantités indépendantes.

En posant

$$Ey_n = M_n, \quad Ez_n = N_n,$$

nous aurons d'abord

$$M_{n+1} = aM_n + bN_n, \quad N_{n+1} = a' M_n + b' N_n, \tag{2}$$

de sorte que M_n, N_n se déterminent immédiatement au moyen des conditions initiales et $y_n - M_n$ et $z_n - N_n$ satisfont aux mêmes équations [1].

Posons ensuite

$$y_n = C_0^{(n)} u^n + D_0^{(n)} v^n, \quad z_n = C_1^{(n)} u^n + D_1^{(n)} v^n, \tag{3}$$

où u et v sont les racines de l'équation caractéristique

$$\begin{vmatrix} a - x & a' \\ b & b' - x \end{vmatrix} = 0; \tag{4}$$

nous aurons

$$bC_1^{(n)} = (u - a) C_0^{(n)}, \quad bD_1^{(n)} = (v - a) D_0^{(n)}, \tag{5}$$

et $C_0^{(n)}$, $D_0^{(n)}$ se détermineront par les équations

$$\begin{aligned} u^{n+1} \Delta C_0^{(n)} + v^{n+1} \Delta D_0^{(n)} &= \alpha_n \\ \frac{u - a}{b} u^{n+1} \Delta C_0^{(n)} + \frac{v - a}{b} v^{n+1} \Delta D_0^{(n)} &= \beta_n, \end{aligned} \tag{5a}$$

d'où

$$\Delta C_0^{(n)} = \frac{(v - a)\alpha_n - b\beta_n}{u^{n+1}(v - u)}; \quad \Delta D_0^{(n)} = \frac{b\beta_n - (u - a)\alpha_n}{v^{n+1}(v - u)}. \tag{5b}$$

Donc,

$$y_n = M_n + \sum_{i=0}^{n-1} \frac{\alpha_i [(v-a)\, u^{n-i-1} - (u-a)\, v^{n-i-1}] + b\beta_i [v^{n-i-1} - u^{n-i-1}]}{v-u}$$
$$z_n = N_n + \sum_{i=0}^{n-1} \frac{a'\alpha_i [v^{n-i-1} - u^{n-i-1}] + \beta_i [(v-b')\, u^{n-i-1} - (u-b')\, v^{n-i-1}]}{v-u} \qquad [6]$$

(puisque $v - a = b' - v$, $(v-a)(u-a) = -ba'$), lorsque les valeurs initiales sont fixées.

Introduisons à présent une variable t, correspondant à chaque indice i, et, Δt représentant l'accroissement de t, lorsque i augmente d'une unité, posons

$$a = 1 + P\Delta t,\ b = k\Delta t,\ a' = l\Delta t,\ b' = 1 + Q\Delta t \qquad [7]$$

de sorte que les équations [1] se mettront sous la forme

$$\Delta y_n = (Py_n + kz_n)\,\Delta t + \alpha_n$$
$$\Delta z_n = (ly_n + Qz_n)\,\Delta t + \beta_n; \qquad [8]$$

admettons, de plus, que

$$E\alpha_n^2 = \sigma^2 \Delta t,\ E\beta_n^2 = \sigma_1^2 \Delta t,\ E\alpha_n \beta_n = R\sigma\sigma_1 \Delta t. \qquad [9]$$

Dans ces conditions, en posant $x = 1 + \xi\Delta t$, nous remplacerons l'équation caractéristique [4] par

$$(P-\xi)(Q-\xi) - kl = 0 \qquad [10]$$

et, (ξ_1, ξ_2) étant ses deux racines, nous aurons

$$y_n = M_n + \frac{1}{\xi_2 - \xi_1} \sum (1 + \xi_1 \Delta t)^{n-i-1} [\alpha_i (\xi_2 - P) - k\beta_i] +$$
$$+ (1 + \xi_2 \Delta t)^{n-i-1} [k\beta_i - (\xi_1 - P)\alpha_i]$$
$$z_n = N_n + \frac{1}{\xi_2 - \xi_1} \sum (1 + \xi_1 \Delta t)^{n-i-1} [\beta_i (\xi_2 - Q) - l\alpha_i] + \qquad [11]$$
$$+ (1 + \xi_2 \Delta t)^{n-i-1} [l\alpha_i - (\xi_1 - Q)\beta_i].$$

2. Dans les applications il arrive souvent que l'intervalle Δt (de temps t) au bout duquel (y_n, z_n) reçoivent les accroissements Δ_y et Δ_z est très petit; il convient ainsi de chercher la loi limite des probabilités vers laquelle tendrait celle de (y_n, z_n) lorsque Δt tend vers 0.

Il importe de souligner avant de passer aux calculs que l'ensemble des variables (y, z) qui satisfait à la loi limite que nous trouverons est purement fictif, tout aussi bien que la variable z qui dans le théoréme de Laplace satisfait à la loi normale vers laquelle tend la loi de $\frac{m - np}{\sqrt{npq}}$, lorsque le nombre n d'expériences croît infiniment. En réalité, la loi effective de (y_n, z_n) correspond à Δt supérieur à une quantité fixe et n'est qu'approximativement égale à celle que donnent les formules limites, et ce serait précisément un problème important de fixer l'intervalle minimum effectif Δt, en

mesurant la discordance des observations avec les formules limites. Ajoutons l'hypothèse que

$$\frac{E|\alpha_n|^3}{\Delta t}\to 0, \quad \frac{E|\beta_n|^3}{\Delta t}\to 0, \tag{12}$$

lorsque $\Delta t\to 0$; ce cas se présente, en particulier, si α_n et β_n sont de l'ordre de $\sqrt{\Delta t}$. Dans ces conditions, le théorème limite généralisé de Liapounoff est applicable.

En effet, M_n et N_n auront pour limites $M(t)$ et $N(t)$ définis par les équations

$$\frac{dM}{dt}=PM+kN, \quad \frac{dN}{dt}=lM+QN \tag{13}$$

et

$$\begin{aligned} B(t)=\lim E(y_n-M_n)^2=\lim\Bigg\{&\frac{\sigma^2\Delta t}{(\xi_2-\xi_1)^2}\Bigg[(\xi_2-P)^2\frac{1-e^{2\xi_1 t}}{1-(1+\xi_1\Delta t)^2}+\\ &+(\xi_1-P)^2\frac{1-e^{2\xi_2 t}}{1-(1+\xi_2\Delta t)^2}-2(\xi_1-P)(\xi_2-P)\frac{1-e^{(\xi_1+\xi_2)t}}{1-(1+\xi_1\Delta t)(1+\xi_2\Delta t)}+\\ &+\frac{k^2\sigma_1^2\Delta t}{(\xi_2-\xi_1)^2}\Bigg[\frac{1-e^{2\xi_1 t}}{1-(1+\xi_1\Delta t)^2}+\frac{1-e^{2\xi_2 t}}{1-(1+\xi_2\Delta t)^2}-2\frac{1-e^{(\xi_1+\xi_2)t}}{1-(1+\xi_1\Delta t)(1+\xi_2\Delta t)}\Bigg]+\\ &+\frac{2R\sigma\sigma_1\Delta t}{(\xi_2-\xi_1)^2}\Bigg[k(P-\xi_2)\frac{1-e^{2\xi_1 t}}{1-(1+\xi_1\Delta t)^2}+k(P-\xi_1)\frac{1-e^{2\xi_2 t}}{1-(1+\xi_2\Delta t)^2}+\\ &+(Q-P)\frac{1-e^{(\xi_1+\xi_2)t}}{1-(1+\xi_1\Delta t)(1+\xi_2\Delta t)}\Bigg]\Bigg\}= \end{aligned} \tag{14}$$

$$\begin{aligned} =\frac{\sigma^2}{(\xi_2-\xi_1)^2}&\Bigg[\frac{(\xi_2-P)^2(e^{2\xi_1 t}-1)}{2\xi_1}+\frac{(\xi_1-P)^2(e^{2\xi_2 t}-1)}{2\xi_2}+2kl\frac{e^{(\xi_1+\xi_2)t}-1}{\xi_1+\xi_2}\Bigg]+\\ &+\frac{k^2\sigma_1^2}{(\xi_2-\xi_1)^2}\Bigg[\frac{e^{2\xi_1 t}}{2\xi_1}+\frac{e^{2\xi_2 t}}{2\xi_2}-2\frac{e^{(\xi_1+\xi_2)t}-1}{\xi_1+\xi_2}\Bigg]+\\ &+\frac{2R\sigma\sigma_1}{(\xi_2-\xi_1)^2}\Bigg[\frac{k(P-\xi_2)(e^{2\xi_1 t}-1)}{2\xi_1}+\frac{k(P-\xi_1)(e^{2\xi_2 t}-1)}{2\xi_2}+\frac{(Q-P)(e^{(\xi_1+\xi_2)t}-1)}{\xi_1+\xi_2}\Bigg] \end{aligned}$$

ainsi que

$$C(t)=\lim E(y_n-M_n)(z_n-N_n) \quad \text{et} \quad D(t)=\lim E(z_n-N_n)^2$$

restent finis et par un calcul analogue on vérifie que

$$E|y_n-M_n|^3 \quad \text{et} \quad E|z_n-N_n|^3$$

tendent vers 0 avec Δt.

Donc, la loi limite est la corrélation normale, et la surface de corrélation possède comme paramètres $M(t)$, $N(t)$, $B(t)$, $C(t)$, $D(t)$, dont les deux premiers seulement, $M(t)=Ey(t)$ et $N(t)=Ez(t)$, dépendent des valeurs initiales. De plus, si les valeurs $y(t_0)=y_0$ et $z(t_0)=z_0$ sont données à un instant $t=t_0>0$, la loi de $(y(t_1), z(t_1)$, à tout instant $t>t_0$ sera, évidemment, normale, où les trois derniers paramètres deviendront $B(t-t_0)$, $C(t-t_0)$, $D(t-t_0)$ tandis que M et N (d'après les équations [13]) auront pour valeurs

$$\begin{aligned} M&=\frac{1}{\xi_2-\xi_1}\{[y_0(\xi_2-P)-kz_0]e^{\xi_1(t_1-t_0)}+[y_0(P-\xi_1)+kz_0]e^{\xi_2(t_1-t_0)}\},\\ N&=\frac{1}{\xi_2-\xi_1}\{[z_0(\xi_2-Q)-ly_0]e^{\xi_1(t_1-t_0)}+[z_0(Q-\xi_1)+ly_0]e^{\xi_2(t_1-t_0)}\}. \end{aligned} \tag{15}$$

Ces équations représentent ainsi les plans de régression normale de $y(t_1)$ et $z(t_1)$, respectivement, lorsque les dernières valeurs observées des deux variables $y(t)$ et $z(t)$ correspondent à l'instant t_0. Actuellement, pour avoir une chaîne il importe d'envisager simultanément y et z. Chacune des grandeurs prises isolément ne formera une chaîne que lorsqu'on a respectivement $k=0$ ou $l=0$. Dans le cas, par exemple, où $k=0$, on a

$$M=y_0 e^{P(t_1-t_0)}, \quad B(t)=\frac{\sigma^2}{2P}(e^{2Pt}-1).$$

Si le régime est stationnaire (ce qui exige que $P<0$), le coefficient de corrélation

$$R(t_0, t_1)=e^{P(t_1-t_0)}, \ (t_0<t_1),$$

mais en général on aura

$$R(t_0, t_1)=e^{P(t_1-t_0)}\sqrt{\frac{B(t_0)}{B(t_1)}}.$$

En particulier, si $P=0$ (mouvement brownien, où $B(t)=\sigma t$) on a

$$R(t_0, t_1)=\sqrt{\frac{t_0}{t_1}};$$

il est facile de voir que $Ey(t)$ s'obtient par interpolation rectiligne, si $y(t_0)$ et $y(t_1)$ sont connus en même temps,

$$Ey(t)=\frac{(t-t_0)y_1-(t-t_1)y_0}{t_1-t_0}.$$

3. Dans le cas général on peut déterminer B, C, D (du moment que leur existence est assurée) par les équations différentielles

$$\begin{aligned}\frac{dB}{dt}&=2PB+2kC+\sigma^2\\ \frac{dC}{dt}&=lB+(P+Q)C+kD+R\sigma\sigma_1\\ \frac{dD}{dt}&=2lC+2QD+\sigma_1^2\end{aligned} \qquad [16]$$

qui se déduisent des équations [8]. Il suffit, par exemple, pour obtenir la première, de multiplier la première des équations [8] par $2y_n$, former les espérances mathématiques de ses deux membres et passer à la limite.

Examinons de plus près le cas, où $Q=\beta_n=\sigma_1=0$, $l=1$, qui après avoir éliminé $y_n=\frac{\Delta z_n}{\Delta t}$ se ramène à la seule équation du second ordre

$$\Delta\left(\frac{\Delta z_n}{\Delta t}\right)=P\Delta z_n+kz_n\,\Delta t+\alpha_n. \qquad [17]$$

Dans ce cas les équations [16] auront pour équation caractéristique

$$(x-P)(x^2-2Px-4k)=0. \qquad [18]$$

Par conséquent, en supposant que $B(0)=C(0)=D(0)=0$ on a

$$B=\frac{\sigma^2}{2P}+\frac{2k\sigma^2 e^{Pt}}{(P^2+4k)P}+\frac{k\sigma^2 e^{Pt}}{P^2+4k}\left[\frac{e^{t\sqrt{P^2+4k}}}{-P+\sqrt{P^2+4k}}-\frac{e^{-t\sqrt{P^2+4k}}}{P+\sqrt{P^2+4k}}\right],$$

$$C=\frac{\sigma^2 e^{Pt}}{2\sqrt{P^2+4k}}\left[e^{\frac{t}{2}\sqrt{P^2+4k}}-e^{-\frac{t}{2}\sqrt{P^2+4k}}\right], \qquad [19]$$

$$D=\frac{\sigma^2}{2kP}-\frac{2\sigma^2 e^{Pt}}{(P^2+4k)P}+\frac{\sigma^2}{P^2+4k}\left[\frac{e^{t\sqrt{P^2+4k}}}{-P+\sqrt{P^2+4k}}+\frac{e^{-t\sqrt{P^2+4k}}}{P+\sqrt{P^2+4k}}\right].$$

Dans l'état stationnaire* qui se trouve réalisé pour $t\to 0$, si $P<0$, $k<0$, on a $C=0$, $B=-\frac{\sigma^2}{2P}$, $D=\frac{\sigma^2}{2kP}$.

Le coefficient de corrélation R entre la vitesse et la position est donc nul dans le cas stationnaire. Dans tous les cas $R\geqslant 0$: cela signifie que, si par l'effet des chocs aléatoires le mobile est déplacé de la position qu'il occuperait en leur absence, il est, en général, probable qu'il tend à cet instant à s'en éloigner davantage.

Considérons les cas particuliers limites.

1) $P=0$. Alors,

$$B=\frac{\sigma^2 t}{2}+\frac{\sigma^2}{8\sqrt{k}}\left(e^{2t\sqrt{k}}-e^{-2t\sqrt{k}}\right), \quad C=\frac{\sigma^2}{8k}\left(e^{t\sqrt{k}}-e^{-t\sqrt{k}}\right),$$
$$D=-\frac{\sigma^2 t}{2k}-\frac{\sigma^2}{8k\sqrt{k}}\left(e^{2t\sqrt{k}}-e^{-2t\sqrt{k}}\right). \qquad [20]$$

Si en même temps $k=-L^2<0$, la périodicité de

$$M=-Lz_0\sin Lt+y_0\cos Lt,\quad N=z_0\cos Lt+\frac{y_0}{L}\sin Lt$$

n'est pas accompagnée par celle des dispersions B et D qui contiennent des termes séculaires

$$B=\frac{\sigma^2 t}{2}+\frac{\sigma^2}{4L}\sin 2Lt,\quad C=\frac{\sigma^2}{2L^2}\sin^2 Lt,\quad D=\frac{\sigma^2 t}{2L^2}-\frac{\sigma^2}{4L^3}\sin 2Lt. \qquad [21]$$

Actuellement le théorème des forces vives, d'après lequel on a identiquement

$$M^2+L^2N^2=y_0^2+L^2z_0^2$$

conduit à

$$Ey^2+L^2Ez^2=y_0^2+L^2z_0^2+B+L^2D=y_0^2+L^2z_0^2+\sigma^2 t.$$

* Dans le cas général des équations [8] le régime stationnaire ne pourra être réalisé que si $P+Q<0$, $PQ-kl>0$. On a alors $M=N=0$,

$$B=\frac{-\sigma^2[Q(P+Q)-kl]+2kQR\sigma\sigma_1-k^2\sigma_1^2}{2(P+Q)(PQ-kl)},\quad C=\frac{Ql\sigma^2-2PQR\sigma\sigma_1+Pk\sigma_1^2}{2(P+Q)(PQ-kl)},$$
$$D=\frac{-l^2\sigma_1^2+2lPR\sigma\sigma_1-\sigma_1^2[P(P+Q)-kl]}{2(P+Q)(PQ-kl)}.$$

$W = y^2 + L^2 z^2 = x'^2 + L^2 z^2$ représentant l'énergie, cette égalité signifie simplement que l'espérance mathématique de l'accroissement de l'énergie

$$E(w(t) - w(t_0)) = \sigma^2 (t - t_0)$$

est égalé à celle de l'énergie des impulsions aléatoires.

2) $P^2 + 4k = 0$. Dans ce cas on a

$$\left.\begin{aligned} B &= \frac{\sigma^2}{2P}\left[-1 + e^{Pt}\left(1 + Pt + \frac{P^2t^2}{2}\right)\right], \quad C = \frac{\sigma^2 t^2 e^{Pt}}{2}, \\ D &= \frac{2\sigma^2}{P^3}\left[-f + e^{Pt}\left(1 - Pt + \frac{P^2 t^2}{2}\right)\right]. \end{aligned}\right\} \quad [22]$$

3) $k = 0$, $P \gtrless 0$. Alors

$$\left.\begin{aligned} B &= \frac{\sigma^2}{2P}(e^{2Pt} - 1), \quad C = \frac{\sigma^2}{2P^2}(e^{Pt} - 1)^2, \\ D &= \frac{\sigma^2}{P^2}\left[t + \frac{1}{2P}\left(3 - 4e^{Pt} + e^{2Pt}\right)\right]. \end{aligned}\right\} \quad [23]$$

Dans ce cas y forme une chaîne isolée, et z peut être considérée comme la limite de $\Sigma yi\,\Delta t$ ou bien comme l'intégrale stochastique de y.

4) $P = k = 0$. Alors

$$B = \sigma^2 t, \quad C = \frac{\sigma^2 t^2}{2}, \quad D = \frac{\sigma^2 t^3}{3}. \quad [24]$$

Si les dispersions initiales B_0, C_0, D_0 ne sont pas nulles, on a

$$B = \sigma^2 t + B_0, \quad C = \frac{\sigma^2 t^2}{2} + B_0 t + C_0,$$

$$D = \frac{\sigma^2 t^3}{3} + B_0 t^2 + 2C_0 t + D_0.$$

Manuscrit reçu
le 12. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

И. М. ВИНОГРАДОВ

НОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ СУММ

§ 1. Обозначения.

p простое > 7; σ число различных простых делителей $p-1$. Сравнения, модуль которых не указан, относятся к модулю p.

$$r = e^{\frac{2\pi i}{p}}; \quad \rho = e^{\frac{2\pi i}{p-1}}; \quad R_m = e^{\frac{2\pi i}{m}}.$$

Число x' определяется сравнением

$$xx' \equiv 1.$$

При s кратном p, считаем:

$$\rho^{\alpha \operatorname{ind} s} = R_m^{\alpha \operatorname{ind} s} = r^{\alpha s'} = 0.$$

θ число, модуль которого не больше 1; U целое, причем:

$$1 < U < p.$$

Наконец:

$$(a, b) = \sum_{x=1}^{p-1} r^{ax+bx'}.$$

§ 2. Вспомогательные неравенства. Эти неравенства уже встречались в моих предыдущих работах, поэтому я их привожу без доказательств.

1. При целом m, не делящемся на p, и целых $M < N$, имеем:

$$\left| \sum_{x=M}^{N} r^{mx} \right| < \frac{1}{\left| \sin \pi \frac{m}{p} \right|}.$$

2. $$\sum_{m=1}^{p-1} \frac{1}{\sin \pi \frac{m}{p}} < p \lg p.$$

3. Если a и b целые, причем хоть одно из них не делится на p, то

$$(a, b) < p^{\frac{3}{4}} + \frac{1}{2} p^{\frac{1}{4}}.$$

§ 3. Новые тригонометрические суммы.

1. Пусть α и β не делятся на p. При всех $x = 0, 1, \ldots, p-1$ кроме $x = 0$ и $x \equiv -\beta\alpha'$ имеем:

$$ax' + b(\alpha x + \beta)' \equiv a\beta'\alpha(\beta\alpha' x' + 1 - 1) + b\beta'(\beta\alpha' x' + 1 - 1)(\beta\alpha' x' + 1)' \equiv$$
$$\equiv a\beta'\alpha(\beta\alpha' x' + 1) - b\beta'(\beta\alpha' x' + 1)' - a\beta'\alpha + b\beta'.$$

Отсюда легко найдем:

$$A=\sum_{x=1}^{p-1}\gamma^{ax'+b\,(\alpha x+\beta)'}=\gamma^{-\alpha\beta'\alpha+b\beta'}\,(a\alpha',\ b\beta')-1$$

и, если хоть одно из чисел a и b не делится на p, то

$$(A)<p^{\frac{3}{4}}+\frac{1}{2}p^{\frac{1}{4}}+1.$$

2. Считая b не делящимся на p, рассмотрим сумму

$$B=\sum_{x=1}^{p-1}\rho^{a\ \mathrm{ind}\ x}\,\gamma^{b\,(x+s)'}.$$

Имеем:

$$|B|^2=\sum_{t=1}^{p-1}\sum_{x=1}^{p-1}\rho^{a\ \mathrm{ind}\ t}\,\gamma^{-b\,(x+s)'+b\,(xt+s)'}.$$

Полагая $x=-s+z$, исключая при этом $z=s$, имеем:

$$|B|^2\leqq\sum_{t=1}^{p-1}\left|\sum_{z=1}^{p-1}\gamma^{-bs'+b\,(ts-ts+s)'}\right|.$$

При $t=1$ суммирование по z дает $p-2$. При $t>1$ получаем сумму типа A, но только без члена с $z=s$. Поэтому,

$$|B|^2<p-2+(p-2)\,(p^{\frac{3}{4}}-\frac{1}{2}p^{\frac{1}{4}}+2)<p^{\frac{7}{4}}\left(1+\frac{2}{\sqrt{p}}\right)$$

$$|B|<p^{\frac{7}{8}}\left(1+\frac{1}{\sqrt{p}}\right).$$

3. Полагая, что b не делится на $p-1$ и s и k не делятся на p, рассмотрим сумму

$$C=\sum_{x=1}^{p-1}\rho^{a\ \mathrm{ind}\ x+b\ \mathrm{ind}\ (x+s)}\,\gamma^{kx}.$$

Имеем:

$$|C|^2=\sum_{t=1}^{p-1}\rho^{a\ \mathrm{ind}\ t+b\ \mathrm{ind}\ (tx+s)\,(x+s)'}\,\gamma^{k\,(t-1)\,x}.$$

При $t=1$ результат суммирования по x будет $p-2$. При $t>1$ полагаем:

$$(tx+s)\,(x+s)'=u;\quad x\equiv(u-1)\,s\,(t-u)'=-s-(t-1)\,s\,(u-t)',$$

и тогда суммирование по x дает величину, модуль которой равен модулю суммы

$$\sum_{u=1}^{p-1}\rho^{b\ \mathrm{ind}\ u}\,\gamma^{-ks\,(t-1)^2\,(u-t)'},$$

где $u=1$ и $u=t$ исключаются. Если же эти значения u не исключим, то последняя сумма будет суммою типа B. Следовательно модуль этой суммы меньше

$$p^{\frac{7}{8}}\left(1+\frac{1}{\sqrt{p}}\right)+2,$$

и мы имеем:

$$|C|^2<p-2+(p-2)(p^{\frac{7}{8}}+p^{\frac{3}{8}}+2)<p^{\frac{15}{8}}\left(1+\frac{2}{\sqrt{p}}\right) \quad |C|<p^{\frac{15}{16}}\left(1+\frac{1}{\sqrt{p}}\right),$$

причем это неравенство очевидно справедливо и во всех случаях когда s не делится на p, и хоть одно из чисел a и b не делится на $p-1$.

4. Рассмотрим сумму

$$D=\sum_{x=1}^{U}\rho^{a\,\mathrm{ind}\,x+b\,\mathrm{ind}\,(x+s)},$$

где s не делится на p и хоть одно из чисел a и b не делится на $p-1$. Имеем:

$$D=\frac{1}{p}\sum_{m=0}^{p-1}\sum_{x=1}^{p-1}\sum_{u=1}^{U}\rho^{a\,\mathrm{ind}\,x+b\,\mathrm{ind}\,(x+s)}\,\varepsilon^{m(x-u)}$$

$$|D|<\frac{p^{\frac{15}{16}}\left(1+\frac{1}{\sqrt{p}}\right)}{p}\left(U+\sum_{m=1}^{p-1}\frac{1}{\sin\pi\frac{m}{p}}\right)<p^{-\frac{1}{16}}\left(1+\frac{1}{\sqrt{p}}\right)(p+p\lg p),$$

$$|D|<2p^{\frac{15}{16}}\lg p.$$

§ 4. Число пар вычетов. Обозначим буквою s целое не делящееся на p, буквами m и n делители $p-1$, удовлетворяющие неравенствам

$$1<m<p-1; \quad 1<n<p-1,$$

буквами α и β определенные числа, взятые из чисел

$$\alpha=0,1,\ldots,m-1; \quad \beta=0,1,\ldots,n-1.$$

Тогда число $T_{m,n}$ пар чисел

$$x,\ x+s; \quad x=1,\ 2,\ \ldots,\ U,$$

удовлетворяющих условиям

$$\mathrm{ind}\,x\equiv\alpha\,(\mathrm{mod}\,m); \quad \mathrm{ind}\,(x+s)\equiv\beta\,(\mathrm{mod}\,n),$$

выражается формулой:

$$T_{m,n}=\frac{U}{mn}+\vartheta\,2p^{\frac{15}{16}}\lg p.$$

Доказательство. Полагая

$$p-1=mm_1=nn_1,$$

рассмотрим сумму

$$\sum_{x=1}^{U}\sum_{\mu=0}^{m-1}R_m^{\mu(\mathrm{ind}\,x-\alpha)}\sum_{\nu=0}^{n-1}R_n^{\nu(\mathrm{ind}\,(x+s)-\beta)}.$$

С одной стороны эта сумма очевидно равна

$$mn\,T_{m,n},$$

с другой стороны эту сумму можно переписать так:

$$\sum_{\mu=0}^{m-1}\sum_{\nu=0}^{n-1} R_m^{-\mu\alpha} R_n^{-\nu\beta} \sum_{x=1}^{U} \rho^{m_1\mu \operatorname{ind} x + n_1\nu \operatorname{ind}(x+s)}.$$

Если $m = \nu = 0$, то результат суммирования по x будет U. Если же хоть одно из чисел μ и ν не равно нулю, то суммирование по x дает величину, модуль которой меньше

$$2p^{\frac{15}{16}} \lg p.$$

Ввиду всего доказанного легко найдем:

$$T_{m,n} = \frac{U}{mn} + \theta\, 2p^{\frac{15}{16}} \lg p.$$

В частности такою формулой выражается число случаев, когда x является вычетом степени m, а $x+s$ вычетом степени n.

§ 5. Число пар, где первое число есть вычет степени m, а второе первообразный корень. Первообразными корнями по модулю p являются числа, индексы которых взаимно просты с $p-1$. Вычислим число T_m пар

$$x,\ x+s;\quad x = 1,\ 2,\ \ldots,\ U,$$

где $\operatorname{ind} x \equiv \alpha \pmod m$, и $x+s$ первообразный корень по модулю p. Имеем:

$$T_m = \sum \mu(n)\, T_{m,n},$$

где n пробегает все делители $p-1$, и $T_{m,n}$ обозначает число случаев, когда при выполнении условия $\operatorname{ind} x \equiv \alpha \pmod m$, $\operatorname{ind}(x+s)$ кратен n. При $1 < n < p-1$ имеем для $T_{m,n}$ формулу § 4. Далее, согласно выведенным мною законам распределения вычетов и невычетов степени n,

$$T_{m,1} = \frac{U}{m} + \theta\sqrt{p}\lg p,$$

что также подходит под формулу § 4. Наконец,

$$T_{m,p-1} = \theta_1 = \frac{U}{m(p-1)} + \theta_2,$$

что опять таки подходит под ту же формулу. Таким образом:

$$T_m = \sum \mu(n)\left(\frac{U}{mn} + \theta\, 2p^{\frac{15}{16}} \lg p\right)$$

$$T_m = \frac{U}{m}\frac{\varphi(p-1)}{p-1} + \theta' 2^{\omega+1} p^{\frac{15}{16}} \lg p.$$

В частности такой формулой выражается число случаев, когда x вычет степени m, а $x+s$ первообразный корень.

§ 6. Число пар первообразных корней. Теперь нетрудно найти и число T_0 пар

$$x,\ x+s;\quad x = 1,\ 2,\ \ldots,\ U,$$

где оба числа x и $x+s$ являются первообразными корнями. Очевидно

$$T_0 = \sum \mu(m)\, T_m,$$

где m пробегает все делители $p-1$. В случае $1<m<p-1$ для T_m имеем формулу § 5. Далее, согласно выведенным мною законам распределения первообразных корней,

$$T_1 = U\frac{\varphi(p-1)}{p-1} + \theta\, 2^{\sigma}\sqrt{p}\lg p,$$

что также подходит под формулу § 5. Наконец, нетрудно проверить, что формула § 5 справедлива и для T_{p-1}. Поэтому:

$$T_0 = \sum \mu(m)\left(U\frac{\varphi(p-1)}{p-1} + \theta\, 2^{\sigma+1} p^{\frac{15}{16}}\lg p\right)$$

$$T_0 = U\left(\frac{\varphi(p-1)}{p-1}\right)^2 + \theta' 2^{2\sigma+1} p^{\frac{15}{16}}\lg p.$$

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило в Редакцию
3 XII 1933.

MATHEMATICS

NEW APPLICATIONS OF TRIGONOMFTRICAL POLYNOMES

By I. VINOGRADOW, Member of the Academy

The author applies his method of trigonometrical polynomes to some new theorems.

1. If p be a prime number >7; s be not divisible by p, m and n be divisors of $p-1$,

$$1<m<p-1;\quad 1<n<p-1,$$

then we have for the number $T_{m,n}$ of the couples

$$x,\ x+s;\quad x=1,\ 2,\ \ldots,\ U;\quad 1<U<p,$$

where

$$\operatorname{ind} x \equiv \alpha \pmod m,\ \operatorname{ind}(x+s) \equiv \beta \pmod n,$$

the following formula:

$$T_{m,n} = \frac{U}{mn} + \theta\, 2\, p^{\frac{15}{16}}\log p,\ |\theta|<1.$$

2. For the number of the same couples x, $x+s$ as in the theorem 1, where

$$\operatorname{ind} x \equiv \alpha \pmod m,$$

and $x+s$ is a primitive root, we have:

$$T_m = \frac{U}{m}\frac{\varphi(p-1)}{p-1} + \theta' 2^{\sigma+1} p^{\frac{15}{16}}\log p,$$

where σ denotes the number of the prime divisors of $p-1$.

3. For the number T_0 of the couples x, $x+s$, where x, $x+s$ are both primitive roots, we have the formula:

$$T_0 = U\left(\frac{\varphi(p-1)}{p-1}\right)^2 + \theta' 2^{2\sigma+1} p^{\frac{15}{16}}\log p.$$

V. Steklov Physico-Mathematical Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
3. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИКА

М. РОМАНОВА, А. РУБЦОВ и Г. ПОКРОВСКИЙ

СЕРЕБРЕНИЕ ЗЕРКАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КАТОДНЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 5 XII 1933*)

Для интерференционного эталона Фабри и Перо с большой разрешающей силой необходимо иметь полупрозрачные зеркала с большим коэфициентом отражения. На основании оптических постоянных, приводимых Друде, Минором, Фритце, Лаухом и др. (1, 2, 3, 4), получается, что серебряное зеркало, отражающее при $\lambda = 5500$ Å 93%, поглощает 6% и пропускает 1%. При таком серебрении интенсивность интерференционных максимумов будет около 2% интенсивности падающего света. Если же при том же отражении коэфициент пропускания будет не 1%, а 5%, как это имел Лау (5) для зеркал, полученных катодным распылением, то интенсивность максимумов возрастет до 70%.

Таким образом для светосилы интерференционного эталона коэфициент поглощения в серебряном слое имеет решающее значение.

Для получения такого серебрения с малым коэфициентом поглощения в серебряном слое была создана установка обычного типа. Серебряный катод имел диаметр 10 см и находился под стеклянным колпаком высотою 40 см и диаметром 25 см, притертым к стеклянному диску с помощью вакуумной замазки.

Для того, чтобы удалить вредные пары и газы со стенок колпака и других частей установки, прибор откачивался в течение нескольких часов до такого вакуума, при котором не было никаких следов разряда. Серебрение велось в атмосфере водорода при давлении в 0.04—0.05 мм Hg током, выпрямленным кенотронами при силе тока в 15—20 mA и напряжении на электродах во время разряда 1200—1400 вольт.

Коэфициент отражения и пропускания полученных зеркал определялся с помощью фотоэлемента. Меднозакисный фотоэлемент помещался в зрительной трубе гониометра и был соединен с чувствительным гальванометром ($10^{-10}\frac{A}{m}$). Наблюдая отклонения гальванометра при отражении света от зеркала, при прохождении света через зеркало и без зеркала, можно было определить коэфициент отражения и пропускания испытуемых зеркал под различными углами. Точность измерений была около 0.3—0.5%.

В табл. 1 (стр. 16) приведены коэфициенты отражения и пропускания для полученных нами зеркал при длине волны около 5500 Å и при угле падения в 45°.

Для некоторых непрозрачных зеркал с помощью поляризационного гониометра были определены оптические постоянные. Эти постоянные сильно отличались от постоянных приводимых Друде, Лаухом, Минором и проч.

Таблица 1

№	Отражение	Пропускание	Поглощение в слое
1	95.9%	3.1%	1%
2	97.1 „	2.5 „	0.4 „
3	92.8 „	6.8 „	0.8 „
4	95.4 „	4.0 „	0.6 „
5	95.2 „	4.0 „	0.8 „
6	98.7 „	0 „	1.3 „
7	98.4 „	0 „	1.6 „
8	98.0 „	0 „	2.0 „

Так, например, для $\lambda = 5500$ Å было получено:

Таблица 2

№	n_0	x_0	k_0
1	0.057	49.0	2.79
2	0.073	41.5	3.02

Вычисленный по этим оптическим постоянным коэфициент отражения был около 97.5%, в то время как при непосредственном фотометрировании, как видно из табл. 1, получился коэфициент отражения около 98.5%. Небольшое расхождение между вычисленным и определенным непосредственно коэфициентом отражения можно было объяснить существованием на зеркале тонкого поверхностного слоя (6).

Наблюдения показали, что такой высокий коэфициент отражения оставался постоянным в течение первых 10 дней, затем начиналось постепенное уменьшение. Если зеркало не подвергалось действию сырости, действию вредных паров или газов (например соединений азота, образующихся при горении вольтовой дуги) и не освещалось слишком ярким светом, то коэфициент отражения уменьшался очень медленно. Например, полупрозрачное зеркало с коэфициентом отражения в 95.5% было исследовано через 2 месяца и дало 94.7% отражения. Как правило, можно было работать с интерференционными эталонами не меняя зеркал в течение 1—1.5 месяцев.

Выражаем нашу глубокую благодарность руководителю лаборатории А. А. Лебедеву за полученные от него советы и неизменный интерес к нашей работе.

Государственный оптический институт.
Ленинград.

Поступило в Редакцию
1 XII 1933.

PHYSIK

VERSILBERUNG VON SPIEGELFLÄCHEN DURCH KATHODENZERSTÄUBUNG

Von M. ROMANOVA, A. RUBCOV und G. POKROVSKIJ

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 5. XII. 1933*)

Für den Interferenzetalon von Fabry und Perot mit grosser auflösender Kraft muss man halbdurchsichtige Spiegel mit grossem Reflexionsvermögen nehmen. Aus optischen Konstanten, welche Drude, Minor, Fritze, Lauch u. a. m. (1, 2, 3, 4) angegeben haben, kann man berechnen, dass ein silberner Spiegel, welcher 93 Proz. bei $\lambda = 5500$ Å reflektiert, 6 Proz. absorbiert und 1 Proz. durchlässt. Bei einer solchen Versilberung wird die Intensität der Interferenzmaxima ca. 2 Proz. derjenigen des auffallenden Lichtes betragen. Wenn bei demselben Reflexionsvermögen der Durchlässigkeitskoëffizient 6 Proz., anstatt 1 Proz. ausmacht, wie das Lau (5) für durch Kathodenzerstäubung hergestellte silberne Spiegel erhielt, wird die Intensität der Interferenzmaxima bis 70 Proz. erreichen.

Somit ist das Absorptionsvermögen der Silberschicht für die Lichtstärke des Interferenzetalons von entscheidender Bedeutung.

Um eine derartige Versilberung mit einem geringen Absorptionsvermögen der Silberschicht herzustellen, wurde eine Anordnung des üblichen Typus angewandt. Eine Silberkathode von 10 cm Durchmesser befand sich unter einer 40 cm hohen Glasglocke von 25 cm Durchmesser, die auf eine Glasscheibe aufgestellt und mittels Vakuumkitt abgedichtet war. Um die schädlichen Gase und Dämpfe von den Glockenwandungen und von den anderen Teilen der Anordnung zu entfernen, wurde der Apparat während mehrerer Stunden bis zu einem solchen Vakuum ausgepumpt, bei dem keine Spuren einer Entladung vorhanden waren. Die Versilberung wurde in Wasserstoff bei 0.04—0.05 mm Hg Druck ausgeführt, zur Gleichrichtung des Stromes, welcher 15—20 mA betrug, wurden zwei Ventilrohre angewandt. Die Spannung auf den Elektroden betrug während der Entladung 1200—1400 Volt.

Das Reflexionsvermögen und die Durchlässigkeit der hergestellten Spiegel wurden mit Hilfe eines Photoelementes bestimmt. Ein Kupferoxydul-Photoelement befand sich im Fernrohr eines Goniometers und war mit einem empfindlichen Galvanometer verbunden $\left(10^{-10}\frac{A}{m}\right)$. Indem man den Ausschlag des Galvanometers bei Reflexion des Lichtes vom Spiegel, bei dem Durchgang des Lichtes durch den Spiegel und ohne Spiegel beobachtete, konnte man das Reflexionsvermögen und die Durchlässigkeit der einzelnen Spiegel für verschiedene Winkel bestimmen. Die Messgenauigkeit betrug etwa 0.3—0.5 Proz.

In Tabelle 1 sind die Reflexionsvermögen und die Durchlässigkeiten der hergestellten Spiegel angegeben, für Wellenlängen von etwa 5500 Å und einen Einfallswinkel von 45°.

Für einige undurchsichtige Spiegel wurden die optischen Konstanten mit Hilfe eines Polarisationsgoniometers bestimmt. Diese Konstanten unterscheiden sich beträchtlich von den Werten, die von Drude, Lauch, Minor u. a. angegeben werden.

Tabelle 1

№	Reflexion	Durchlässigkeit	Absorption in der Schicht
1	95.9 Proz.	3.1 Proz.	1 Proz.
2	97.1 „	2.5 „	0.4 „
3	92.8 „	6.8 „	0.8 „
4	95.4 „	4.0 „	0.6 „
5	95.2 „	4.0 „	0.8 „
6	98.7 „	0 „	1.3 „
7	98.4 „	0 „	1.6 „
8	98.0 „	0 „	2.0 „

So wurden z. B., für $\lambda = 5500$ Å die folgenden Daten erhalten.

Tabelle 2

№	n_0	x_0	k_0
I	0.057	49.0	2.79
2	0.073	41.5	3 02

Das aus diesen optischen Konstanten berechnete Reflexionsvermögen beträgt etwa 97.5 Proz.; dabei ergibt aber das unmittellbare Photometrieren für das Reflexionsvermögen einen Wert von etwa 98.5 Proz., wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist. Die kleine Differenz zwischen dem berechneten und dem unmittelbar bestimmten Reflexionsvermögen konnte durch die Existenz einer dünnen Oberflächenschicht erklärt werden (6).

Die Beobachtungen haben gezeigt, dass ein derartiges hohes Reflexionsvermögen während der ersten 10 Tage nach Herstellung des Spiegels erhalten bleibt, worauf eine allmähliche Verminderung des Reflexionsvermögens beginnt. Wird der Spiegel der Wirkung von schädlichen Gasen und Dämpfen (z. B. der Stickstoffverbindungen, die beim Brennen eines elektrischen Lichtbogens gebildet werden) nicht ausgesetzt, und durch kein zu starkes Licht beleuchtet, so vermindert sich das Reflexionsvermögen sehr langsam. Zum Beispiel, ein halbdurchsichtiger Spiegel, dessen Reflexionsvermögen 95.5 Proz. war, ergab zwei Monate später ein Reflexionsvermögen von 94.7 Proz. In der Regel konnte man mit dem Interferenzetalon 1—1.5 Monate lang arbeiten, ohne die Spiegel wechseln zu müssen.

Wir sprechen dem Chef des Laboratoriums, A. Lebedev, unseren innigsten Dank für seine wertvollen Ratschläge und sein stetiges Interesse an unserer Arbeit aus.

Staatliches Optisches Institut.
Leningrad.

Eingegangen
1. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

1. Drude. Wied. Ann. **39**, 481 (1890).
2. Minor. Ann. d. Phys. (4) **10**, 581 (1903).
3. Fritze. Ann. d. Phys. (4), **47**, 763 (1915).
4. Lauch. Ann. d. Phys. (4), **74**, 55 (1924).
5. E. Lau. Zeitschr. f. Instrk., **49**, 61 (1929).
6. Drude. Wied. Ann. **51**, 77 (1894).

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ХИМИЯ

Б. А. НИКИТИН

ОБ ОДНОЙ КАЧЕСТВЕННОЙ РЕАКЦИИ НА РАДИЙ

(*Представлено академиком Н. С. Курнаковым 19 X 1933*)

О химических свойствах радия, отличающих его от других элементов, известно очень немного. В незначительных концентрациях, находясь в смеси с барием, он повторяет все свойства бария и осаждается с его осадками, обогащаясь в той или иной степени в осадке или растворе. Количественные аналитические реакции, которые позволили бы отделить химическим путем радий от бария, пока неизвестны. Качественных реакций известно несколько, но их нельзя назвать химическими. Так, по спектру можно заметить примеси радия в бариевой соли даже в количестве 0.001%. Кроме того, соли радия окрашивают пламя в карминово-красный цвет, тогда как соли бария в зеленый. Также несколько отличаются по внешнему виду кристаллы иодатов бария и радия.

Вместе с тем, изучение свойств радия и главным образом открытие тех его свойств, которые отличают его от бария, представляют большой интерес, как с чисто научной, так и с практической стороны. Удобный химический способ разделения радия и бария сильно упростил бы и ускорил заводское получение высокопроцентных препаратов радия.

Для отделения бария от стронция в аналитической химии применяется метод осаждения хроматом аммония в уксуснокислой среде. Так как растворимость хромата радия по всем признакам лежит сильно ниже растворимости хромата бария, то можно ожидать, что при подборе соответствующих условий радий в виде хромата перешел бы в осадок, а барий остался бы в растворе.

Применяя кислоту более крепкую, чем уксусная, а именно треххлоруксусную CCl_3COOH, можно подобрать такую ее концентрацию, что из раствора бариевой соли определенной крепости прибавление раствора хромовокислого калия не будет вызывать осадка.

Так, оказывается, что в растворах 1.5% треххлоруксусной кислоты, при концентрации бария (считая на металл) равной 0.1%, прибавление избыточного количества 10% раствора хромовокислого калия уже не вызывает осадка, даже при охлаждении до 0° С. В более слабом растворе треххлоруксусной кислоты появляется легкая опалесценция и при долгом стоянии — осадок.

Для опытов с радием было взято 0.01 г (считая на металл) в виде хлорида, причем радий был практически чистым от бария (менее 1% бария). Это количество было растворено в 10 см³ воды, так что раствор содержал 0.1% радия, т. е. имел ту же концентрацию, как и при опытах с барием. К нагретому до кипения раствору прибавлялось 0.3 см³ 50% CCl_3COOH и 0.5 см³ 10% раствора хромата калия. Горячий раствор был слегка мутным, а при охлаждении до 0° С выпадал плотный кристаллический осадок. Параллельно поставленные пробы с 0.1% раствором бария в тех же условиях осадка не дали.

В фильтрате от хромовокислого радия было определено содержание радия, причем оказалось, что в этих условиях концентрация радия в фильтрате доходит до 0.01—0.015% (считая на металл). Таким образом, эта реакция не может служить при данных условиях количественным методом разделения радия от бария, тем более, что при совместном присутствии обоих элементов в растворе возможно изоморфное выпадение бария в осадок. При наиболее благоприятных условиях 10—15% радия остается в растворе. Однако не исключена возможность, что, изменяя кислотность раствора и температуру, удастся подобрать условия, при которых разделение бария от радия будет количественным. Опыты в этом направлении продолжаются.

Эта реакция, однако, является очень хорошей и, вместе с тем, первой качественной аналитической реакцией на радий, отличающей его от бария. Границы этой реакции узки: она пригодна только для концентрации радия в растворе от 0.02 до 0.1% (считая на металл). В более слабых растворах осадок не выпадает, а при концентрации выше 0.1% эту же реакцию дает и барий.

Государственный радиевый институт.
Ленинград.

Поступило в Редакцию
23 IX 1933.

CHEMIE

ÜBER EINE QUALITATIVE REAKTION AUF RADIUM

Von B. NIKITIN

(*Vorgelegt von N. Kurnakov, Mitglied der Akademie, d. 19. X. 1933*)

Von chemischen Eigenschaften des Radiums, welche dasselbe von anderen Elementen unterscheiden, ist sehr wenig bekannt. In geringen Konzentrationen, im Gemisch mit Barium, wiederholt es alle Eigenschaften des letzteren und wird mit dessen Niederschlägen gefällt, wobei es in diesem oder jenem Masse im Niederschlage oder in der Lösung sich anreichert. Quantitative analytische Reaktionen, welche die Trennung des Radiums von Barium auf chemischem Wege gestatteten, sind bisher unbekannt. Wohl sind einige qualitative Reaktionen bekannt, aber dieselben sind nicht als chemische zu betrachten. So sind am Spektrum Beimengungen von Radium in einem Bariumsalz selbst bei einem Betrage von 0.001% zu erkennen. Ferner färben Radiumsalze die Flamme karminrot, Bariumsalze dagegen grün. Auch unterscheiden sich Jodatkristalle der beiden Metalle einigermassen ihrem äusseren Aussehen nach.

Bei diesem Sachstande ist die Erforschung der Eigenschaften des Radiums und hauptsächlich derjenigen, welche dasselbe vom Barium unterscheiden, von grösstem Interesse, sowohl vom rein wissenschaftlichen, als auch vom praktischen Standpunkte aus. Ein bequemes chemisches Trennungsverfahren für Radium und Barium würde die fabrikmässige Darstellung von hochprozentigen Radiumpräparaten stark vereinfachen und beschleunigen.

Zur Trennung des Bariums von Strontium wird in der analytischen Chemie die Methode der Fällung mittels Ammoniumchromat in essigsaurem Medium angewandt. Da für Radiumchromat die Löslichkeit nach allen An-

gaben viel geringer ist als für Bariumchromat so wäre zu erwarten, dass bei geeigneter Auswahl der Versuchsbedingungen das Radium in Form von Chromat in den Niederschlag überginge, das Barium hingegen in Lösung bliebe.

Bei Anwendung einer stärkeren Säure als Essigsäure, nämlich der Trichloressigsäure CCl_3COOH, lässt sich eine solche Konzentration wählen, dass Zugabe von Kaliumchromatlösung keinen Niederschlag aus einer Bariumsalzlösung von bestimmter Stärke hervorrufen wird.

So erweist sich, dass in 1.5%-ger Trichloressigsäurelösung bei einer Bariumkonzentration (berechnet auf Metall) von etwa 0.1% die Zugabe einer überschüssigen Menge von 10%-ger Kaliumchromatlösung keinen Niederschlag mehr, selbst bei Kühlung bis auf 0°, hervorruft. In einer schwächeren Trichloressigsäurelösung tritt eine leichte Opalescenz auf und bei langem Stehen ergibt sich ein Niederschlag.

Für die Versuche mit Radium wurden 0.01 g (auf Metall berechnet) Chlorid gewählt, wobei das Radium praktisch rein von Baryum (weniger als 1% Barium) war. Diese Menge wurde in 10 cm^3 Wasser gelöst, so dass die Lösung 0.1% Radium enthielt, d. h. wir dieselbe Konzentration wie bei den Versuchen mit Barium besassen. Zu der bis zum Sieden erhitzten Lösung wurden 0.3 cm^3 von 50%-ger CCl_3COOH und 0.5 cm^3 10% ger Kaliumchromatlöiung hinzugefügt. Die heisse Lösung wies eine leichte Trübung auf und bei Abkühlen bis auf 0° fiel ein kompakter kristallinischer Niederschlag aus. Parallel angestellte Versuche mit 0.1%-ger Bariumlösung ergaben unter denselben Bedingungen keinen Niederschlag.

Im Filtrate von Radiumchromat wurde der Radiumgehalt bestimmt, wobei es sich erwies, dass unter diesen Bedingungen die Radiumkonzentration im Filtrate 0.01—0.015% (auf Metall berechnet) erreicht. Folglich kann diese Reaktion in den gegebenen Verhältnissen nicht als quantitatives Trennungsverfahren des Radiums von Barium dienen, umso weniger als bei gleichzeitiger Anwesenheit beider Elemente in der Lösung eine isomorphe Fällung des Bariums im Niederschlage möglich ist. Bestenfalls bleiben 10—15% des Radiums in Lösung zurück. Jedoch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass es gelingen wird, durch Abänderung von Azidität der Lösung und Temperatur, Bedingungen ausfindig zu machen, bei welchen die Trennung von Barium und Radium quantitativ wird. Versuche in dieser Richtung werden fortgesetzt.

Jedenfalls erscheint diese Reaktion als eine recht gute und zugleich die erste überhaupt aufgestellte qualitative analytische Reaktion auf Radium, die dasselbe vom Barium unterscheidet. Die Gültigkeitsgrenzen dieser Reaktion sind eng: dieselbe ist nur für Radiumkonzentrationen in Lösung von 0.02 bis 0.1% (auf Metall berechnet) anwendbar. In schwächeren Lösungen fällt kein Niederschlag aus, und bei Konzentrationen über 0.1% hinaus ergibt das Barium die gleiche Reaktion.

Staatliches Radium-Institut.
Leningrad.

Eingegangen
d. 28. IX. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ХИМИЯ

А. Н. БАХ, З. В. ЕРМОЛЬЕВА и М. П. СТЕПАНИАН

СВЯЗЫВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО АЗОТА ПРИ ОБЫКНОВЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И ДАВЛЕНИИ ПРИ ПОСРЕДСТВЕ ЭНЗИМОВ ИЗВЛЕЧЕННЫХ ИЗ АЗОТНЫХ БАКТЕРИЙ

Синтез аммиака из азота и водорода осуществляется в технике путем катализа при высоких температурах и давлениях, т. е. с очень большой непроизводительной затратой потенциальной энергии. С другой стороны, тот же синтез осуществляется некоторыми микроорганизмами при обыкновенной температуре и давлении, несомненно, с гораздо более целесообразными затратами потенциальной энергии. Если о механизме технического синтеза аммиака мы знаем очень мало, то о механизме биологического синтеза нам известно и того меньше. Единственное, что можно утверждать, это то, что и здесь катализ играет первенствующую роль. Мы поставили себе задачей подвергнуть биологический синтез аммиака систематическому исследованию. Подобно тому, как теоретическое изучение механизма полета птиц привело к построению летательного аппарата более тяжелого, чем воздух, мы надеемся путем теоретического изучения сопряженного действия биологических окислительно-восстановительных катализаторов, обусловливающего связывание атмосферного азота бактериями, выявить наиболее благоприятные условия для технического синтеза аммиака.

После ряда предварительных опытов мы избрали как объект исследования чистые культуры *Azotobacter chroococcum*. И прежде всего, нам предстояло разрешить вопрос, является ли биологический синтез аммиака результатом деятельности всего живого комплекса микроорганизма, как в свое время Пастер понимал роль дрожжевой клетки в спиртовом брожении, или же результатом действий тех биологических катализаторов, энзимов, которые содержатся в микроорганизме. Многочисленные опыты, проведенные нами в течение года, не оставляют сомнений в том, что сок, извлеченный из культур *Azotobacter* посредством бухнеровского пресса и не содержащий жизнеспособных клеток, дает синтез аммиака так же, как и живые бактерии, которые однако быстро переводят аммиачный азот в общий. Для иллюстрации этого положения мы кратко опишем последнюю серию опытов, произведенных нами в июле с. г.

Посев азотобактера производился на среде, содержавшей в литре 0.2 г двухкалиевого фосфата и 20 г маннита или такое же количество глюкозы. Среда выливалась по методу Виноградского на гель кремнекислоты, посыпанный углекислым кальцием. Посеянные в 60 больших чашках Петри чистые культуры выращивались при 30°. По прошествии нескольких дней производился в стерильных условиях сбор образовавшихся колоний, которые тщательно растирались со стерилизованным кварцевым песком и отжимались в бухнеровском прессе. Полученный опалесцирующий сок был разделен пополам. Одна половина была профильтрована через свечу Шамберлена L_3 („фильтрованный сок"), другая была пастеризована в течение 2 часов в водяной бане („пастеризованный сок").

Для опытов энзиматического связывания азота брались 5 см³ сока, 22.5 см³ 1% раствора маннита или глюкозы и 22.5 см³ раствора фосфата *PH*—7.2. В контрольных опытах вместо растворов сахаров брались соответствующие количества воды. Вначале каждого опыта в реакционной смеси определялось содержание аммиачного и общего азота, и затем анализы производились через определенные промежутки времени на пробах в 2 см³, содержавших 0.2 см³ выжатого из культур сока. Аммиачный азот определялся по методу Лонги (отгон аммиака с магнезией под уменьшенным давлением), общий азот иодометрически микрокельдалем. При взятии каждой пробы без исключения реакционная жидкость испытывалась на стерильность посевом. В следующей таблице приведены результаты двух серий опытов.

Миллиграммы связанного азота на 1 см³ отжатого сока

	Контроль		+ маннит		+ глюкоза	
	Общий	Аммиачный	Общий	Аммиачный	Общий	Аммиачный
	1. Фильтрованный сок					
10 VII	1.976	0.622	2.005	0.653	2.104	0.588
13 VII	1.981	0.565	5.187	5.082	11.295	8.195
16 VII	2.139	0.646	8.545	6.833	14.086	10.460
19 VII	2.788	0.551	10.645	8.259	14.688	10.679
	2. Пастеризованный сок					
10 VII	2.544	0.627	2.739	0.622	2.944	0.528
13 VII	2.826	0.565	8.088	4.603	8.488	4.426
16 VII	2.993	0.646	8.753	5.583	8.540	6.406
19 VII . . .	3.304	0.918	9.544	5.873	9.911	7.341

Из приведенных данных можно сделать следующие выводы.

1. Прибавление маннита или глюкозы к отжатому соку бактерий увеличивает во много раз количество связанного азота в сравнении с контрольным опытом, без прибавления сахаров как источника энергии. Опыты с маннитом дали в 15 раз, а с глюкозой в 19 раз больше связанного аммиачного азота, чем в контрольных опытах.

2. Аммиак является почти исключительным продуктом связывания азота под действием энзимов.

3. Профильтрованный через шамберленовскую свечу сок дает заметно лучшие результаты, чем пастеризованный.

К этому надо прибавить, что в опытах с глюкозой производился учет затраченной глюкозы по отношению к связанному азоту. В то время как в живых культурах азотобактера Виноградский получил на 1 г глюкозы 0.0025 г, а другие 0.016 г связанного азота, мы получим с отжатым соком того же микроорганизма на 1 г глюкозы 0.276 г общего азота, в том числе 0.223 г аммиачного азота.

Параллельно с этими исследованиями мы изучаем бактерии, которые обладают способностью пользоваться молекулярным водородом как источником энергии. Если нам удастся выделить из их культур соответственные энзимы, мы попытаемся комбинировать их с энзимами азотобактера для непосредственного получения аммиака из смеси воздуха с избытком водорода.

Физико-химический институт им. Карпова
и Биохимический институт им. Баха.
Москва.

Поступило в Редакцию 21 XI 1933
из „Известий Академии Наук",
куда статья доставлена 3 VII 1933.

CHIMIE

FIXATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE PAR L'INTERMÉDIAIRE D'ENZYMES EXTRAITES DE CULTURES D'*AZOTOBACTER CHROOCOCCUM*

Par A. BACH, de l'Académie, Z. JERMOLJEVA et M. STEPANJAN

RÉSUMÉ

Le jus obtenu de cultures d'*Azotobacter* sous une pression de 300 atmosphères, filtré sur une bougie Chamberlain L_3 et ne contenant pas de microbes susceptibles de vie, possède la propriété de fixer l'azote atmosphérique en présence d'une solution de glucose ou de mannite. En l'absence de ces sucres la fixation est minime. Ainsi par exemple, 1 cm c. de jus qui contenait au début 1.976 mg d'azote total, dont 0.622 mg d'azote ammoniacal, a accusé au bout de 9 jours 2.783 mg d'azote, dont 0.551 mg d'azote ammoniacal; en présence de glucose il a fourni respectivement 14.683 mg et 10.678 mg.

De nombreuses expériences avec des jus dont la stérilité a été rigoureusement vérifiée ont démontré que ces jus fournissent de 5 à 10 fois plus d'azote ammoniacal et fixent de 10 à 20 fois plus d'azote atmosphérique par 1 g de glucose décomposée que les cultures vivantes.

Institut de Chimie Physique Karpov
et Institut de Biochimie Bach.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 21. XI. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ХИМИЯ

А. В. НИКОЛАЕВ, В. М. ВДОВЕНКО, П. Ф. ПОХИЛ

ОБ ИСКУССТВЕННОМ ОБЕЗВОЖИВАНИИ ВОДНЫХ СОЛЕЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИЕЙ

(*Представлено академиком Н. Н. Семеновым 20 XI 1933*)

В основу данной работы, которая велась Кулундинской соляной станцией Академии Наук в г. Славгороде Западносибирского края, было положено физическое явление, отмеченное проф. Вейнбергом и заключающееся в том, что если на водный раствор нанести пленку соответствующего не испаряющегося поверхностно активного вещества, то скорость испарения замедляется, а в некоторых случаях испарение практически отсутствует.

Очевидно, если водный раствор с такой пленкой будет находиться под действием солнца, то та часть энергии, которая должна была бы пойти при испарении на перевод молекул из растворов в пар, будет итти в основном на нагревание раствора. Таким образом, раствор с пленкой будет аккумулировать эту энергию.

Нанеся на чистую воду пленки керосина, нефти и олеонафта толщиною 3—5 мм, мы измеряли температуры в течение определенного отрезка времени. Сравнив полученные данные с температурой воды без пленки, мы получили весьма значительные разницы температур, приведенные в таблице (мы приводим данные одного дня, наиболее характерные для начала июля 1933 г.).

Температура воды с пленками в 0° С

Месяц и число	Время наблюдения	Воздух		Вода без пленки		Вода с пленкой керос.		Вода с пленкой нефти		Вода с пленкой олеон.	
		Ср.	Макс.	Ср.	Макс.	Ср.	Макс	Ср.	Макс.	Ср.	Макс.
4 VII 1933 г.	От 9 ч. 20 м. до 16 ч. 30 м.	34.5	35.0	32.0	34.0	43.8	49.5	46.3	51.7	46.6	53.3

Примечание: ясный солнечный день

В таблице приведены средние и максимальные температуры, наблюденные за данный отрезок времени. Как видно из таблицы, наименьшая разница температур была у воды, покрытой пленкой керосина, а именно: в среднем 43.8—32.0=11.8° С и максимальная разница 49.5—34.0=15.5° С. Наибольшая разница температур наблюдалась у воды покрытой пленкой олеонафта: в среднем 46.6—32.0=14.6° С и максимальная разница 53.3—34.0=19.3° С.

Нанеся на насыщенный раствор глауберовой соли ($Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$) те-же пленки, мы получали при солнечных днях разницу температур, колеблещуюся от 10 до 16° С.

Эти опыты подтвердили упомянутое выше аккумулирование солнечной энергии в растворах, покрытых пленками.

Известно, что температура перехода глауберовой соли водной ($Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$) в безводную равна 32.4° С. Естественно было ожидать, что в случае насыщенного раствора глауберовой соли с твердым осадком на дне, покрытого соответствующей пленкой, мы будем наблюдать расход аккумулированной энергии не на повышение температуры раствора, а на скрытую теплоту плавления соли. Идея подобного расхода аккумулированного раствора солнечной энергии, как известно, принадлежит акад. А. Ф. Иоффе. Таким образом, в начале будет происходить увеличение температуры раствора до 32.4° С, а затем температура раствора будет постоянной, и начнется переход кристаллической водной соли (мирабилита) в безводную (тенардит).

Опыты полностью подтвердили данное предположение, и мы наблюдали переход кристаллической водной глауберовой соли в безводную. К сожалению, условия погоды не позволили определить выход безводной соли с одного квадратного метра поверхности, и эта задача стоит в дальнейшем.

Возможно, что этот способ окажется технически осуществимым и весьма рентабельным для производственного получения безводных солей при соответствующих разницах температур, что имеет существенный интерес для южных районов СССР (Кара-Бугаз, Крым), где температура воздуха гораздо выше.

Институт химической физики.
Ленинград.

Поступило в Редакцию
25 IX 1933.

ARTIFICIAL DEHYDRATION OF HYDRATED SALTS BY MEANS OF SOLAR ENERGY

By A. NIKOLAJEV, V. VDOVENKO, and P. POCHIL

(*Communicated by N. Semenov, Member of the Academy, 20. XI. 1933*)

The present work has been performed by the Kulunda saline station of the Academy of Sciences at Slavgorod in the Western Siberian Region. It is based upon the following physical phenomenon: if a film of a non-volatile surface-active substance is placed upon an aqueous solution, the rate of evaporation decreases, and in certain cases evaporation is practically absent. This phenomenon has been pointed out by prof. Weinberg.

It is obvious that if an aqueous solution with such a film is exposed to the sun, that part of energy which would have been expended during evaporation in the transfer of molecules into vapour will be expended in the main in heating the solution. Thus, the solution with a film will accumulate this energy.

Having placed films of kerosene, petroleum, and oleonaphtha 3—5 millimeters thick upon pure water, we measured temperatures during a fixed period of time. Comparing these temperatures with those of water without

a film, we obtained very considerable differences of temperatures. These temperatures are given in the table (we give data relating to a single day which was the most characteristic of the beginning of July, 1933).

Temperature of water with films in 0° C

Date	Time of observation	Air		Water without a film		Water with a film of ker.		Water with a film of petr.		Water with a film of oleon.	
		Av.	Max.	Av.	Max.	Av.	Max.	Av.	Max.	Av.	Max.
4 VII 1933	From 9.20 to 16.30	34.5	35.0	32.0	34.0	43.8	49.5	46.3	51.7	46.6	53.3

Note: bright sunny day

The table gives the average and maximum temperatures observed during the given period of time. As will be seen from the table, the least difference of temperatures was observed in the case of water covered with a film of kerosene, viz.: $43.8 - 32.0 = 11.8°$ C on an average, the maximum difference being $49.5 - 34.0 = 15.5°$ C. The greatest difference of temperatures was observed in the case of water covered with a film of oleonaphtha, viz.: $46.6 - 32.0 = 14.6°$ C on an average, the maximum difference being $53.3 - 34.0 = 19.3°$ C.

Having placed the same films upon a saturated solution of sodium sulphate ($Na_2SO_4 \cdot 10\,H_2O$), we obtained a difference of temperatures varying on sunny days from 10 to 16° C.

These experiments have corroborated the above mentioned conclusion concerning the accumulation of solar energy in solutions covered with a film.

We know that the temperature at which hydrated sodium sulphate ($Na_2SO_4 \cdot 10\,H_2O$) passes into dehydrated is 32.4° C. It is natural to expect that, in the case of placing a film upon a saturated solution of sodium sulphate with a solid precipitate at the bottom, the accumulated energy will be expended in providing the latent heat of fusion and not in raising the temperature of the solution. We owe the idea of such an expenditure of solar energy accumulated by the solution to academician A. F. Joffe. Thus, the process will begin with a rise of the temperature of the solution to 32.4° C, then the temperature of the solution will remain constant and the conversion of crystalline hydrated salt (mirabilite) into dehydrated salt (thenardite) will set in.

Experiments have fully corroborated the above hypothesis, and we have observed the conversion of crystalline hydrated sodium sulphate into dehydrated salt. Unfortunately, weather conditions have not permitted us to determine the yield of dehydrated salt for a square meter of surface, and this task remains yet to be performed.

It is possible that this method will prove technically practicable and that it will pay to use it for obtaining dehydrated salts on a large scale where sufficient differences of temperatures are available. This may be of great importance for the southern districts of the USSR (Kara-Bugaz, the Crimea), where the temperature of air is much higher.

Institute of Chemical Physics.
Leningrad.

Received
25.IX.1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

БИОХИМИЯ

С. Д. БАЛАХОВСКИЙ

К ВОПРОСУ О РОЛИ КАРОТИНА В ОРГАНИЗМЕ

(Представлено академиком А. Н. Бахом 15 XI 1933)

Роль каротина в организме очень важна и многообразна. Как известно, каротин является провитамином А, т. е. путем расщепления молекулы каротина при прибавлении частиц воды получаются две молекулы витамина А. Относительно роли каротина и витамина А известно следующее.

Без этих веществ останавливается рост молодых индивидуумов.

Наблюдается ороговение эпителия роговицы — глазное заболевание называемое ксерофтальмией.

Каротин является катализатором окислительных и, стало быть, дыхательных процессов.

Каротин необходим организму при борьбе с рядом инфекционных заболеваний: авитаминозные животные переносят их хуже и заражаются в большем количестве.

Работы, проведенные мною с рядом сотрудников, позволяют дополнить эти данные о роли каротина еще следующими данными.

Скорость поглощения кислорода эритроцитами протекает значительно быстрее и сильно возрастает при прибавлении к взвеси красных шариков или гемолизированных шариков коллоидного водного или спиртоводного раствора каротина. За единицу времени эритроциты фиксируют на 50—500% больше кислорода, чем в контрольном опыте. Таких опытов проведено мною совместно с В. Л. Соляниковой 16.

Совместно с Рамоновой мы установили, что осмотическая устойчивость эритроцитов возрастает после прибавления коллоидных растворов каротина.

Нормально, при стоянии крови осмотическая резистентность постепенно падает, даже если кровь сохраняется стерильно и на холоду. Совместно с Гинзбург и Розенбергом мы нашли, что в присутствии каротина устойчивость эритроцитов сохраняется значительно дольше (на 4—5 дней), чем в контрольных опытах.

В начале 1933 года я начал изучать действие каротина на течение разных местных расстройств, в частности ожогов.* В нескольких проведенных случаях получились хорошие результаты, клиническое подтверждение которых дал Я. С. Меерзон, испытавший этот способ на 34 больных.

Совместно с врачем-офтальмологом Рачевским мы попытались применить каротин местно для лечения глазных заболеваний (коллоидный спирто-водный или водный раствор).

Выяснилось, что каротин прекращает или очень облегчает боли (90% всех случаев) и не менее, чем в половине случаев, оказывает терапевтический эффект, причем иногда очень значительный: ряд заболеваний, не поддававшихся дотоле лечению, уступил действию каротина.

* Доклад на V съезде физиологов Северокавказского края, июнь 1933.

Обезболивающее действие не было ни анестетическим, ни наркотическим. Испытано было действие каротина более, чем на 100 больных с поверхностными, хотя иногда и очень тяжелыми или мучительными заболеваниями: поражения роговицы, конъюнктивы (кератиты), ожог ультрафиолетовыми лучами при электросварке, некоторые формы трахомы и т. д.

Местное лечебное действие каротина оказалось очень значительным при таких заболеваниях, как ульцерозный гингивит, воспаленные раны; вместе с проф. Теодором мы испытывали каротин при лечении трещин сосков и тоже с хорошим результатом.

Приведенные клинические данные применения каротина позволяют сделать следующее предположение: хотя каротин встречается в большом, относительно, количестве в организме,* введение его непосредственно в очаг заболевания изменяет ход и течение болезни и вызывает иногда, даже в безнадежных случаях, выздоровление. В этих случаях все, стало быть, происходит так, как будто бы в больном организме регуляция распределения витаминов нарушена, и больной участок получает каротина меньше, чем этого требует его состояние, т. е. другими словами, все происходит так, как будто бы мы часто имели дело с местной витаминной недостаточностью, пагубное влияние которой быстро компенсируется местным его введением.

Биохимическое отделение
Центрального института переливания крови
и Лаборатория биохимии Северокавказского
медицинского института

Поступило в Редакцию
15 XI 1933.

BIOCHIMIE

RECHERCHES SUR LE RÔLE DU CAROTÈNE DANS L'ORGANISME

Par S. BALACHOVSKIJ

(*Présenté par A. Bach, de l'Académie, le 15.XI.1933*)

On connaît pour une certaine part, le rôle important joué par le carotène dans l'organisme. Cette substance est considérée comme provitamine de la croissance et comme antixerophtalmique, comme agent antiinfectieux, comme catalysateur des processus de respiration, d'oxydation et de glycolyse. Nous pouvons compléter ces données par quelques notions nouvelles.

En collaboration aves Soljanikov nous avons trouvé que le carotène augmente la vitesse de l'absorption d'O_2 par les hématies. Il s'agit d'une augmentation de la vitesse de réaction. Avec Ramonov j'ai vu que la résistance osmotique des globules rouges augmente en présence du carotène.

De concert avec Ginsburg et Rosenberg nous avons établi que les hématies se conservent plus longtemps et que l'hémolyse est retardée si l'on ajoute du carotène au sang.

* Из надпочечников быка Бейлли (Bailly) извлек 30 мг на кг. В действительности же каротина там должно быть больше, так как при извлечении часть его теряется.

D'autre part nous avons étudié l'action du carotène sur les tissus vivants. Dès le début de 1933 j'étudiais l'influence de l'application locale du carotène sur les brûlures.* Les résultats étaient encourageants. J. Mejerson a appliqué depuis cette méthode de traitement à 34 sinistrés et ses résultats donnent pleine satisfaction.

En collaboration avec le d-r Račevskij nous avons essayé de traiter différentes affections ophtalmiques, telles que kératites, conjonctivites, certaines formes du trachome etc. Nous constatâmes d'abord une action analgésique tout-à-fait remarquable (disparition ou affaiblissement des douleurs, du blépharospasme, de la photophobie) et dans de très nombreux cas une action thérapeutique efficace.

Enfin nous avons obtenu d'excellents résultats en traitant des gingivites ulcéreuses à bacille de Vicent et des plaies enflammées et douloureuses. En commun avec le prof. Théodore nous avons vu dans 5 cas le carotène guérir des gerçures du sein.

Nous avons rapporté tous ces résultats cliniques parce qu'ils nous amènent à envisager le problème des avitaminoses sous un jour nouveau L'organisme contient une certaine quantité de carotène, mais si l'on fait augmenter par application locale la quantité de cette substance dans le foyer de la maladie, on observe fort souvent une amélioration remarquable. Dans ces cas tout se passe comme si le tissu malade recevait moins de carotène qu'il ne lui en faudrait pour revenir à l'état normal. Autrement dit, tout se passe souvent comme si nous avions à faire à une insuffisance locale en vitamine dont les inconvénients se laissent compenser par un apport local également.

Département de Biochimie
de l'Institut Central de Transfusion du Sang
et Laboratoire de Biochimie de l'Ecole Supérieure
de Médecine du Caucase Septentrional.

Manuscrit reçu
le 15.XI.1933.

* Communication au Congrès des physiologistes du Caucase Septentrional, Juin 1930.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ГЕНЕТИКА

Ю. Я. КЕРКИС

ГИБРИДИЗАЦИЯ *DROSOPHILA MELANOGASTER* И *DROSOPHILA SIMULANS* В СВЯЗИ С ВОПРОСОМ О ПРИЧИНАХ СТЕРИЛЬНОСТИ МЕЖДУВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЖИВОТНЫХ

(Представлено академиком ВУАН А. А. Сапегиным 17 XI 1933)

Среди многочисленных видов рода *Drosophila*, послуживших объектами для генетических исследований, скрещиваются между собой только два вида: *Drosophila melanogaster* и *Drosophila simulans*, причем результат скрещиваний оказывается зависящим как от направления скрещивания так и от хромозомального состава скрещиваемых форм (1, 2). При скрещивании ♀ *Drosophila melanogaster* × ♂ *Dr. simulans* все потомство оказывается женским. Напротив, скрещивание в обратном направлении дает как правило только мужское потомство. Если же самка *melanogaster* в отношении своих половых хромозом имеет строение не *XX*, а *XXY*, то такая самка при скрещивании с самцом *simulans* дает в своем потомстве только самцов, т. е. результат получается такой же, как и при скрещивании ♀ *simulans* с ♂ *melanogaster*. Гибриды, получающиеся во всех этих скрещиваниях, совершенно стерильны, так как имеют редуцированную половую железу.

Подробное изучение явлений, имеющих место при гибридизации этих двух видов *Drosophila*, представляет несомненный интерес в связи с вопросом о механике осуществления пола и причинах стерильности у междувидовых гибридов животных, ибо, как известно, появление потомства только одного пола и различные степени стерильности, связанные с редукцией гонад, представляют среди междувидовых гибридов животных довольно распространенное явление.

В момент вылупления гибридных личинок из яиц мужские и женские личинки во всех скрещиваниях оказываются совершенно сходными, и никакой разницы в размерах между ними не наблюдается. Различия в скорости роста начинаются в конце первых суток личиночной жизни, причем с возрастом различие в скорости роста и, следовательно, в размерах мужских и женских личинок становится столь резким, что пол гибридных личинок может быть безошибочно определен на глаз по размерам личинки. Личинки выживающего пола окукляются в среднем через 90 часов после вылупления из яйца, после чего в культурах остаются личинки только отмирающего пола. При благоприятных условиях пищевой среды можно добиться окукления почти всех личинок отмирающего пола, которое начинается значительно позже, чем у выживающего пола и продолжается в течение 2—3 суток. Однако в культурах, насчитывающих 12—14 суток с момента вылупления гибридных личинок из яйца, можно наблюдать еще отдельных неокуклившихся личинок, размеры которых не отличаются от размеров соответствующих личинок в 96-часовом возрасте. Все окуклившиеся личинки отмирающего пола погибают на стадии куколки, не будучи в состоянии претерпеть гистолиз.

Развитие личинок и куколок выживающего пола сильно зависит от температуры, при которой ведутся культуры. Гибридные самки в скрещивании ♀ *melanogaster* × ♂ *simulans* нормально развиваются только при пониженной температуре в 16—18° С, при нормальной же для культур дрозофилы температуре в 25—26° С огромное большинство гибридных самок гибнет на стадии куколки, те же, которые вылупляются, оказываются столь слабо жизнеспособными, что погибают в течение первых 2—3 часов после вылупления из куколки. Результат скрещиваний ♀ *simulans* × ♂ *melanogaster* и ♀ *melanogaster XXY* × ♂ *simulans* не зависит от температуры, и соответствующие гибриды нормально развиваются как при пониженной, так и при более высокой температурах. Различное отношение к температуре гибридов в различных скрещиваниях лишний раз иллюстрирует значение хромозомального состава организма для всех его жизненных функций.

Размеры мужской и женской гонад у гибридов, получающихся в скрещиваниях ♀*melanogaster* × ♂*simulans* и ♀*melanogaster XXY* × ♂*simulans*, уже при вылуплении личинки из яйца мельче, чем у исходных видов. Размеры мужской гонады в обоих скрещиваниях при вылуплении личинки из яйца не сильно отличаются от нормальной мужской гонады в этом же возрасте. С возрастом же мужская гонада гибридов быстро отстает в росте и к моменту окукления составляет всего около 40% размеров нормальной мужской гонады. Такое отставание в росте мужской гонады имеет место в обоих скрещиваниях независимо от того, выживает ли мужской пол в данном скрещивании или нет. Иначе ведет себя женская гонада гибридов. Будучи в момент вылупления личинки из яйца несколько мельче, чем нормальная женская гонада, в дальнейшем развитии она не только не отстает в росте, но даже через сутки превышает размеры нормальной гонады. При этом она не обнаруживает значительных уклонений от размеров последней и на протяжении всего последующего личиночного и большей части куколочного развития. Даже в тех скрещиваниях, где женский пол является отмирающим, женская гонада не обнаруживает столь сильного отставания в размерах, как это имеет место для мужской гонады в обоих скрещиваниях.

Эти различия в степени редукции размеров мужской и женской гонады у гибридов находят себе полное подтверждение при изучении гистологического строения гибридных половых желез на различных стадиях развития. Мужские гонады гибридов в обоих скрещиваниях обнаруживают в своем гистологическом строении глубокие отличия от нормальных семенников на той же стадии развития, строение же женской гонады гибридов сравнительно мало отличается от нормального яичника. Женский пол страдает от гибридизации, таким образом, в меньшей степени, чем мужской. Интересно, что и величина женских гибридных личинок значительно меньше отличается от нормальных женских личинок, чем это имеет место для мужских личинок. Данные о строении гонад и плодовитости других междувидовых гибридов позволяют заключить, что это явление является повидимому общим для большинства междувидовых гибридов животных.

При обсуждении вопроса о том, с какого момента начинаются трудности для развития гибридных половых желез, следует иметь в виду, что у самок редукция гонады наступает значительно позже, чем у самцов. У мужской гибридной личинки уже в двухсуточном возрасте гонада очень резко отличается от нормальной мужской гонады как по своим размерам, так и по внутреннему строению. У женской же гонады эти различия во первых не столь резки, а во вторых наступают они значительно позже.

У самцов редукционное деление и связанная с ним конъюгация хромозом происходит значительно раньше в онтогенетическом развитии, чем у самок, у которых эти процессы обычно происходят в уже отложенной яйцевой клетке. Весьма возможно, что момент начала резкого отставания в развитии гибридной гонады может быть поставлен в связь с моментом начала конъюгации хромозом. Однако стадия, на которой происходит конъюгация хромозом, не может являться тем поворотным моментом, до которого гибридная гонада развивается нормально, а после которого начинается редукция ее, ибо гибридные гонады уже в момент вылупления из яйца отличаются от нормальных своими более мелкими размерами. Отсутствие конъюгации хромозом не может быть непосредственной причиной редукции гонад и, следовательно, стерильности гибридов. Эта причина лежит, повидимому, в нарушении каких то пока ближе нам неизвестных процессов, контролирующих нормальное развитие половых желез. В пользу этого вывода говорят также последние данные Шультца и Добжанского (3), получивших триплоидных гибридов между *Dr. melanogaster* и *Dr. simulans*. Такие триплоидные гибриды были тоже вполне стерильны и не образовывали гамет, несмотря на то, что их половые клетки имели два набора хромозом одного вида, которые могли свободно конъюгировать друг с другом и дать хотя бы небольшое число нормальных гамет. На деле этого не наблюдалось, и у триплоидных гибридов развитие половых клеток останавливалось на тех же стадиях, что и у изученных нами обычных диплоидных гибридов.

Несмотря на скудость наших знаний о строении половых желез у междувидовых гибридов животных, известные факты позволяют подметить некоторую общую для всех гибридов закономерность: во всех случаях спермиогенез не протекает дальше образования многочисленных сперматогониальных клеток, которые оказываются не в состоянии претерпеть редукционное деление. Согласно исследованию Водседалека (4) у гибридов между лошадью и ослом наблюдается образование сперматоцитов I порядка, которые однако распадаются, не образуя зрелых спермиев. Весьма вероятно все же, что единичные сперматоциты иногда оказываются в состоянии продолжать свое развитие и образуют ограниченное число спермиев, способных к оплодотворению. Этим объясняются, повидимому, известные случаи плодовитости мулов и сильно пониженная плодовитость некоторых других междувидовых гибридов животных.

Приходится, следовательно, признать, что иногда в половой железе гибрида могут создаться условия благоприятные для нормального созревания половых клеток. Задачей ближайших исследований должно явиться нахождение этих специфических условий, чтобы, создавая их, получить в руки метод получения плодовитых междувидовых гибридов животных.

Институт генетики
Академии Наук. Ленинград.

Поступило в Редакцию
5 XI 1933.

HYBRIDIZATION BETWEEN *DROSOPHILA MELANOGASTER AND DROSOPHILA SIMULANS* AND THE QUESTION OF THE CAUSES OF STERILITY IN INTERSPECIFIC ANIMAL HYBRIDS

By J. KERKIS

(*Communicated by A. Sapegin, Member of the Academy of Sciences of the Ukraine, 17 XI 1933*)

Among the numerous species of the genus *Drosophila* subjected to genetical investigations only two of them — *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans* — have proved capable of being crossed, the result of the cross appearing to depend both on its direction and on the chromosome composition of the forms crossed (1, 2). From the cross of *Drosophila melanogaster* ♀ × *Dr. simulans* ♂ the whole of the progeny is female. On the contrary, a cross in the opposite direction yields, as a rule, only male offspring. If, however, the *melanogaster* female is, as regards its sex-chromosomes, of an *XXY* instead of an *XX* structure, such a female, when crossed with a *simulans* male yields only males in its progeny, i. e. the result obtained is the same as when crossing *simulans* ♀ × *melanogaster* ♂. The hybrids resulting from all these crosses are completely sterile, i. e. they have a reduced gonad. Sturtevant (l. c.) has already noticed that the cause of the occurrence of but a single sex progeny in hybridization is not the selective fertilization of eggs by sperms with only *X*- or only *Y*-chromosomes, but the destruction of the individuals of the lacking sex in the course of development.

At the moment of hatching from the egg, the hybrid male and female larvae appear to be quite alike in both crosses and no difference in their size may be observed. They begin to differ, however, in their growth rate after the first 24 hours of their larval life. The difference in the growth rate and, consequently, in the size of the male and female larvae becomes so striking with their age, that the sex of hybrid larvae may be unmistakably determined at sight by their size. The larvae of the surviving sex pupate on the average 90 hours after hatching, after which period only the larvae of the moribund sex remain in the cultures. When the culture media are favourable, it is possible to secure the pupation of almost all the larvae of the moribund sex; this starts much later than in the surviving sex and lasts 2—3 days. In cultures existing for 12—14 days after the hybrid larvae have hatched, single larvae that have not yet pupated may be, however, observed. Their size nowise differs from that of corresponding larvae, 96 hours old. All the larvae of the moribund sex that have pupated perish during the pupal stage, being unable to survive histolysis.

The development of the larvae of the surviving sex depends to a considerable extent on the temperature at which the cultures are being raised. In the *melanogoster* ♀ × *simulans* ♂ cross the hybrid females develop normally only at the somewhat lower temperature of 16—18° C. At a temperature of 25—26° C (i. e. normal for *Drosophila* cultures) nearly all hybrid females perish during the pupal stage, whereas those that emerge are so unviable that they perish during the first few hours after emerging. The result of the crosses of a *simulans* ♀ × *melanogaster* ♂ and of a ♀ *melanogaster* *XXY* × ♂ *simulans* does not depend on temperature, and the corresponding hybrids develop normally both at low and even at high temper-

atures. The different relation of the hybrids of different crosses to a high temperature once more illustrates the importance of the chromosome composition of organisms for all their vital functions.

The size of the male and female gonads in hybrids resulting from *melanogaster* ♀ × *simulans* ♂ and ♀ *melanogaster* *XXY* × ♂ *simulans* crosses are even at the time of hatching from the egg smaller than in the parental species. The size of the male gonad in both crosses at the time of hatching from the egg does not, however, markedly differ from that of a normal male gonad of the same age. The male gonad of hybrids lags more and more behind in growth and at the time of pupation does not exceed 40% of the size of a normal male gonad. Such lagging in growth takes place in both crosses independently of the survival or dying off of the male in the cross in question. The behaviour of the female gonad is different. Though being, when hatching, somewhat smaller than a normal female gonad, it does not in its further development lag behing in size, but even surpasses in size a normal gonad of 24 hours. Besides it does not show any considerable deviation from the latter in this respect during the whole of the following period of the larval stage and most of the pupal one. Even in the crosses in which the female sex dies off, the femal gonad does not show so marked a lagging behind in size, as has been observed in the male gonad in both crosses.

This difference in the degree of size reduction of male and female gonads in hybrids is fully confirmed when we study the histological structure of hybrid gonads at different stages of development. The male gonads of hybrids of both crosses show a marked difference in their histological structure when compared with the normal testes of the same stage of development. The structure of the female gonad of hybrids differs but inconsiderably from a normal ovary. Thus, the female sex suffers less from hybridization than does the male one. It is interesting to note that female hybrid larvae differ considerably less in size from normal female ones, than is the case with male larvae. Data on the structure of gonads and the fertility of other interspecific hybrids allow as to reach the conclusion that this phenomenon appears to be a general one for most of the interspecific animal hybrids.

When considering the questing as to the moment when difficulties for the development of hybrid gonads arise, it should be kept in mind that the reduction of gonads in females begins considerably later than in males. In a hybrid male larva the gonad when it is already 48 hours old differs strikingly from a normal male gonad both as to its size and its histological structure. While in a female gonad these differences are first of all not so marked, and, secondly, appear much later.

In males the reduction division as well as the chromosom conjugation occur a great deal earlier in development than they do in females (in which these processes take place in the egg cells already laid). It seems quite possible that the moment when the marked lagging behind of the hybrid gonad in its development starts may be considered connected with the moment when the chromosomes begin to conjugate. The stage at which chromosome conjugation takes place cannot, however, be assumed to be a turning point up to which the hybrid gonad develops normally, and after which its reduction begins; for the hybrid gonads, even at hatching, differ from the normal ones by their smaller size. The absence of chromosome conjugation cannot be considered a direct cause of gonad reduction and, consequently, of hybrid sterility. The cause seems to be

connected with the interruption of some kind of processes we are not as yet fully aware of, which, however, control the normal development of gonads.

In favour of this conclusion may be cited Schultz and Dobzhansky's latest data (3) and their having obtained triploid hybrids between *Dr. melanogaster* and *Dr. simulans*. These triploid hybrids were also completely sterile and did not form any gametes in spite of the fact of their germ cells having two sets of chromosomes of the same species; these chromosomes might have freely conjugated and given at least a small number of normal gametes. But this did not take place, and in the triploid hybrids the development of germ cells was observed to stop at the same stages as in the diploid hybrids of the usual type studied.

In spite of the poorness of our knowledge of the structure of gonads in interspecific animal hybrids, some facts permit us to notice a certain regularity common to every sterile hybrid: in every instance spermatogenesis does not proceed beyond the formation of numerous spermatogonial cells, which appear to be unable to survive the reduction division. According to Wodsedalek's investigation (4), in the hybrids of the horse and the ass there was observed a formation of I spermatocytes which, however, disintegrated without forming mature sperms. It may be still possible that single spermatocytes are sometimes able to continue developing and forming a restricted number of sperms capable of fertilizing. This consideration may, as it seems, serve to explain some instances of fertility among mules, as well as of a markedly reduced fertility in some other interspecific animal hybrids.

We must therefore admit that conditions favourable to the normal development of germ cells may sometimes be set up in the gonad of a hybrid. The task of future investigations must therefore be the discovery of conditions that would allow of the development of specific features necessary for the yield of fertile interspecific animal hybrids.

Institute of Genetics
of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received
5.XI.1933

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. H. Sturtevant. Genetic Studies on *Drosophila simulans*, I. Introduction, Hybrids with *Drosophila simulans*, *melanogaster*, Genetics, v. 5, pp. 488—500, 1920.
2. A. H. Sturtevant. The Genetics of *Drosophila simulans*, Carnegie Inst., Wash. publ. 399, pp. 1—62, 1929.
3. J. Schultz and Dobzhansky. Triploid Hybrids between *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans*, Journ. of Exp. Zool., v. 65, № 1, pp. 73—81, 1933.
4. J. E. Wodsedalek. Causes of Sterility in the Mule, Biol. Bull. 30, № 1, pp. 1—57, 1916.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Х. ЧАЙЛАХЯН

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ДНЯ НА ХЛОРОФИЛЛОНОСНЫЙ АППАРАТ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 2 XII 1933)

Явление фотопериодизма растений, вскрытое Гарнером и Аллардом (1), показывает не только пластичность структуры отдельных растительных организмов по отношению к длине дня, но и дает новый подход к пониманию приспособительных черт конституции растений различных географических широт. Многочисленные опыты с искусственным регулированием длины дня показали, что развитие растений приспособлено к широтным колебаниям длины дня: растения тропиков и субтропиков оптимально развиваются на более коротком дне, а растения северных широт — на длинном дне.

Выяснение хода основных физиологических процессов, определяющих то или иное развитие растений, еще не привело к такой четкой картине их приспособления к длине дня, какая в основных контурах намечена в отношении темпа развития и морфологической структуры растений. В частности, это касается вопроса организации хлорофиллоносного аппарата, накопления хлорофилла — элементов, обусловливающих ассимиляционный процесс. Указания на более темнозеленую окраску листьев опытных растений, находящихся в условиях короткого дня, сравнительно с контрольными экземплярами, имеются в обширных исследованиях Гарнера и Алларда (2) и Тинкера (3). Однако, прямые количественные измерения хлорофилла спектроколориметрическим методом, сделанные Любименко и Щегловой (4) на ряде растений различного географического происхождения, выращенных на 16-часовом, 14, 10, 8, 6 и 4-часовом дне, привели авторов к выводу, что количество хлорофилла достигает максимума чаще всего при некоторой средней продолжительности дня и что у некоторых растений оно непрерывно падает вместе с сокращением дневного периода.

Для выяснения количественного накопления хлорофилла в листовых тканях растений, вегетирующих в резко отличных условиях фотопериода, нами были поставлены опыты с рядом растений. В качестве объектов были взяты: *Triticum vulgare* (*v. erythrospermum* 0341), *Pisum sativum* (сорт „Виктория Штрубе"), как растения длинного дня, и *Panicum miliaceum* (Саратовской опытной станции) и *Soja hispida* (сорт „Крушуля") — растения короткого дня. Семена в сухом виде были высажены в почву в митчерлиховские сосуды 22 VI; одна часть сосудов, по 7 сосудов каждой культуры, была оставлена наружу в условиях естественной продолжительности дня (16—18 час.), другая часть растений помещена в условия 10-часового дня, при одинаковой температуре воздуха и влажности почвы.

Уже через несколько дней после появления на свет растеньица, стоявшие на коротком дне, казались бледнее в отличие от более темно-

окрашенных в зеленый цвет растений длинного дня. Особенно четко это было заметно на просе и сое. Количественное определение хлорофилла было сделано через 15 дней после появления всходов и подтвердило это видимое различие в окраске для проса, сои и пшеницы. Определение было сделано спектроколориметрическим методом в приборе Любименко и Данилова, причем в качестве стандартного раствора был взят спиртовый экстракт листьев озимой пшеницы „Украинка". Полученные цифры относительного содержания хлорофилла расчитаны на сырой вес листьев; проба отвешивалась весом в 100 мг на торзионных весах, причем для одного определения брались 2—3 пробы.

Содержание хлорофилла в листьях растений

Растение	Количество хлорофилла			
	Через 15 дней после появления всходов (16 VII)		Через 43 дня после появления всходов (13 VIII)	
	На естественном (длинном) дне	На 10-часовом дне	На естественном (длинном) дне	На 10-часовом дне
Panicum milliaceum	1.92	0.72	1.67	2.32
Soja hispida	1.26	1.05	1.07	2.94
Triticum vulgare	1.66	1.59	2.66	3.44
Pisum sativum	1.39	1.52	1.81	1.96

Однако, через неделю после первого определения хлофорилла и еще более отчетливо через две недели соотношение окраски изменилось в противоположную сторону: растения в условиях короткого дня обнаруживали более темные тона зелени, сравнительно с контрольными, показывая тем самым, что накопление хлорофилла в листовых тканях шло значительно интенсивнее на коротком дне. Это соотношение в окраске растений сохранилось до конца опыта (13 IX), как показали определения хлорофилла. Представление об относительном содержании хлорофилла в листовых тканях в течение всего этого времени вегетации дают цифры количественного определения, произведенного 13 VIII (для гороха 13 IX).

Определения содержания хлорофилла, проведенные у ряда других растений полуторамесячного возраста, выращенных на длинном (естественном) и 10-часовом дне, подтвердили полученное соотношение: на коротком дне в листьях растений хлорофилла было больше, чем на длинном.

Из приведенных данных видно, что растения короткого дня попадая в условия укороченного (10-часового) дня в первое время своего развития испытывают как бы недостаток света для интенсивного накопления хлорофилла; растения длинного дня резких колебаний не обнаруживали ни в ту, ни в другую сторону. По истечении 3—4 недель процесс накопления хлорофилла у растений обоих типов значительно интенсифицируется в условиях короткого дня, и по содержанию хлорофилла эти растения превосходят контрольные до конца вегетации. Подобный сдвиг в накоплении хлорофилла наблюдался и в том случае, когда растения проса различного возраста подвергались действию короткого дня в течение

только 7 дней: под влиянием короткого дня содержание хлорофилла в листьях уменьшалось, по сравнению с контрольными, но уже по истечении 5—10 дней пребывания на естественном свету соотношение резко менялось в пользу опытных растений.

Взятые в опыте сроки продолжительности дневного света приближаются к пределам колебания длины дня районов широтного распределения растений. Выявившаяся в этих экспериментальных условиях физиологическая реакция растений дает возможность предположить, что под влиянием длины дня накопление и содержание хлорофилла у растений в природных условиях увеличивается по мере движения их к экватору. Подтверждение этого предположения можно видеть в более ранней работе Любименко (4), который определил содержание хлорофилла у одних и тех же 22 видов на широте 60° и 45° и получил на широте 45° у пятнадцати видов увеличение, у двух — примерно одинаковое количество, и только у пяти — уменьшение количества хлорофилла; при этом в первом случае различие в содержании хлорофилла было в общем значительно больше, чем в случае уменьшения.

В том же направлении сказывается влияние длины дня на содержание в накопление хлорофилла у различных растительных видов, расположенных на разной географической широте. На это указывают те же исследования Любименко, определившего абсолютное содержание хлорофилла у 231 вида в Ленинграде (60° сев. шир.), 224 видов в Крыму (45° сев. шир.) и у 200 видов на Яве (6° южн. шир.). Среднее арифметическое, выражающее содержание хлорофилла у одного растения для каждой широты, оказалось 2.36 г на 1 кг свежих листьев на шир. 60°, 2.52 г — на шир. 45° и 2.66 г — на шир. 5° (соответственно в % 88, 95 и 100). По тем же данным автора максимальное количество хлорофилла на свежий вес листьев увеличивается от 3.80 г на 60° шир. до 4.80 г на 45° шир. и 7.90 г на 6° широте, т. е. возрастает вместе с движением к экватору.

На основании подробного анализа полученных для каждой широты данных, указанный автор диференцирует светолюбивые и тенелюбивые растения и только интенсивность освещения и температуру рассматривает как основные факторы, определяющие содержание хлорофилла у растительных видов на различной географической широте.

Несомненно, что в эволюции хлорофиллоносного аппарата растений в отношении накопления хлорофилла большое значение имели эти важнейшие факторы среды, равно как и почвенные условия. Однако, при этом большую роль играла и продолжительность светового дня, на что указывает совпадение хода физиологической реакции растений при изменении длины дня с содержанием хлорофилла в тканях растений различных географических широт.

Лаборатория биохимии и физиологии растений
Академии Наук. Ленинград.

Поступило в Редакцию
2 XII 1933.

PLANT PHYSIOLOGY

THE EFFECT OF LENGTH OF THE DAY UPON THE CHLOROPHYLL APPARATUS OF PLANTS

By M. ČAJLAHJAN

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 2. XII. 1933*)

The phenomenon of photoperiodism discovered by Garner and Allard (1) not only shows that the structure of individual plant organisms is plastic in relation to the length of day, but also throws a new light upon the adaptive features of plants of different latitudes.

Numerous experiments in which the length of day was artificially regulated showed that the development of plants is adapted to latitudinal variations of the length of day: plants of the tropics and the sub-tropics developed best when the day was comparatively short, plants of northern latitudes — when the day was long.

The study of the principal physiological processes that determine the development of plants has not as yet resulted in such a clear picture of their adaptation to the length of day as has been outlined with regard to the rate of the development and the morphological structure of plants. This relates, for one thing, to the problem of the organization of the chlorophyll apparatus, the chlorophyll accumulation, i. e. phenomena determining the process of assimilation. In their extensive investigations, Garner and Allard (2) and Tincker (3) point out that the leaves of plants subjected to the action of the short day were of a deeper green colour than those of the control plants. However, direct quantitative measurements of chlorophyll made by Lubimenko and Ščeglova (4) by means of the spectro-colorimetric method on a number of plants of different geographical origin subjected to the action of 16, 14, 10, 8, 6, and 4 hour day lead the above mentioned authors to the conclusion that the quantity of chlorophyll usually reaches its maximum at a certain average length of day and that in certain plants the amount of chlorophyll steadily decreases with the shortening of the day.

In order to ascertain the quantitative accumulation of chlorophyll in the foliar tissues of plants vegetating under widely differing conditions of photoperiod, we experimented upon a number of plants, namely: *Triticum vulgare* (*v. erythrospermum* 0341), *Pisum sativum* (variety "Victoria Strubbe"), as plants of the long day, and *Panicum miliaceum* (of the Saratov experimental station) and *Soja hispida* (variety "Crushulya") — plants of the short day. The dry seeds were planted out in Mitscherlich vessels on June 22. One part of the vessels, seven vessels of each variety, was left exposed to natural light conditions (16—18 hour day), the other part was exposed to the 10 hour day, the same temperature and humidity of the soil being maintained in both cases.

As early as a few days after the appearance of shoots, the plantlets of the short day seemed paler than those of the long day, which were of a depeer green colour. This was particularly clearly noticeable in the case of millet and soya-bean. A quantitative determination of chlorophyll was made 15 days after sprouting and it corroborated this visible difference in colouring in the case of millet, soya-bean, and wheat. The deter-

mination was made by the spectrocolorimetric method in the Lubimenko and Danilov's appliance, an alcohol extract of the leaves of the winter wheat "Ukrainka" being used as a standard solution. The figures of the relative chlorophyll content were calculated in relation to the raw weight of the leaves. Samples of 100 mg were weighed in a torsion balance, 2—3 samples being taken for one determination.

Chlorophyl content in the leaves of plants

Plant	Amount of chlorophyll			
	in 15 days after sprouting (16.VII)		in 43 days after sprouting (13 VIII)	
	Natural (long) day	10 hour day	Natural (long) day	10 hour day
Panicum miliaceum	1.92	0.72	1.67	2.32
Soja hispida	1.26	1.05	1.07	2.94
Triticum vulgare	1.66	1.59	2.66	3.44
Pisum sativum	1.39	1.52	1.81	1.96

In a week, however, and, still more distinctly, in a fortnight, the colour interrelation was reversed: plants of the short day displayed deeper shades of green in comparison with the control plants, showing thereby that the accumulation of chlorophyll in the foliar tissues was much more vigorous when the day was short. This colour interrelation remained to the end of the experiment (September 13), as was shown by determinations of chlorophyll. The figures of quantitative determination made on August 13 (for pea September 13) will give an idea of the relative chlorophyll content in the foliar tissues during the whole vegetative period.

Determinations of chlorophyll content in a number of month-and-a-half old plants exposed to the long (natural) day and to the short day confirmed the interrelation shown in the table.

It appears from the tabulated data that the plants of the short day being exposed to the shortened (10 hour) day are, as it were, supplied with light insufficiently for a vigorous accumulation of chlorophyil during the first period of their development; the plants of the long day do not exhibit any marked fluctuations in either direction. After a lapse of 3—4 weeks the process of chlorophyll accumulation in the plants of both types becomes considerably intensified when exposed to the short day, and these plants have a higher chlorophyll content than the control plants, to the end of the vegetative period.

Such a marked change in the accumulation of chlorophyll was observed also in the case when specimens of millet of different ages were subjected to the action of the short day during only 7 days: under the influence of the short day, the chlorophyll content in the leaves decreased in comparison with the control plants, but after a 5—10 day exposure to the natural light, the interrelation underwent a marked change in favour of the plants experimented upon.

The experimental lengths of day approximate the limits of the day-length fluctuations of the regions of the latitudinal distribution of plants.

The physiological response of the plants that revealed itself in the above described experiments gives grounds to suppose that the accumulation and the content of chlorophyll in plants growing under natural conditions increases under the influence of the length of day as the distance from the equator decreases. A substantiation of this supposition may be found in an earlier Lubimenko's paper (5) in which he gives results of the determinations of chlorophyll content in the same 22 species of plants in latitude 60° and 45°. In latitude 45° he obtained an increase of the quantity of chlorophyll in fifteen species, about the same quantity in two species, and only in five species — a decrease, the difference in chlorophyll content in the first case being on the whole considerably greater than in the case of a decrease.

The accumulation and the content of chlorophyll in different species of plants growing in different latitudes are affected by the length of day much in the same way. This is shown by the investigations of Lubimenko who determined the absolute chlorophyll content in 231 species in Leningrad (in lat. 60° N.), 244 species in the Crimea (in lat. 45° N.), and 200 species in Java (in lat. 6° S.). The arithmetical mean of the chlorophyll content of one plant for each latitude proved to be 2.36 g for 1 kg of fresh leaves in latitude 60° N, 2.52 g — in latitude 45° N, and 2.66 g — in latitude 6° S. (88,95, and 100% respectively). According to the data of the same author, the maximum chlorophyll content increases from 3.80 g in latitude 60° N for one kg of fresh leaves to 4.80 g in latitude 45° N and 7.90 g in latitude 6° S, i. e. increases as the distance from the equator decreases.

On the basis of a detailed analysis of the data obtained for each latitude, the above mentioned author differentiates light-loving (photophilous) and shade-loving plants and considers only the intensity of light and the temperature to be the chief factors determining the chlorophyll content in species growing in different geographical latitudes.

There is no doubt that, in the evolution of the chlorophyll apparatus of plants in respect of the chlorophyll accumulation, these most important factors of environment, as well as the soil conditions, have counted for very much. Yet the length of day has also played an important part, as is shown by the coincidence of the physiological response of plants to the change of the length of day with the chlorophyll content in the tissues of plants of different geographical latitudes.

Laboratory of Biochemistry and Plant Physiology
of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received
2. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. W. Garner and H. H. Allard. Effect of the Relative Length of Day and Night and Other Factors of Environment on Growth and Reproduction in Plants, J. Agr. Res., vol. 18 (1920).
2. W. W. Garner and H. H. Allard. Further Studies in Photoperiodism, The Response of the Plant to Relative Length of Day and Night, J. Agr. Res., vol. 23 (1923).
3. M. A. H. Tincker. The Effect of Length of Day upon the Growth and Reproduction on Some Economic Plants, Ann. of Botany, 39 (1925).
4. В. Н. Любименко и О. А. Щеглова. О фотопериодической адаптации, Журн. Русск. Бот. Об-ства, т. 12, № 12 (1927). V. Lubimenko, and O. Ščeglova, Photoperiodic Adaptation, Journ. of Russ. Bot. Soc., v. 12, № 12 (1927).
5. В. Н. Любименко. О превращениях пигментов пластид в живой ткани растения. Записки Росс. Академии Наук, т. XXXIII, № 12 (1916). V. Lubimenko. Transformation of Plastid Pigments in the Living Tissue of a Plant, Journ. of Russ. Academy of Sciences, v. XXXIII, № 12 (1916).

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ГЕОЛОГИЯ

О. С. ВЯЛОВ

ЗАМЕТКА О НИЖНЕМ ПАЛЕОГЕНЕ БУХАРЫ

(*Представлено академиком А. А. Борисяком 17 XI 1933*)

Геологом Нефтяного института Г. И. Шатовым была передана мне в 1932 г. для просмотра небольшая коллекция ископаемой фауны из района, расположенного к югу от Среднеазиатской жел. дор., между меридианами ст. Новая Бухара и Кермине.

Большая часть фауны происходит из белых пористых известняков, входящих в состав свиты гипсоносных известняков и относившихся, обычно, к верхнему мелу (8, 10, 11).

Наряду с плохо сохранившимися ядрами и отпечатками можно было выделить несколько экземпляров, не только допускающих видовое определение, но и дающих некоторые указания на возраст слоев.

Из различных обнажений, но из одного и того-же стратиграфического горизонта (по данным Г. И. Шатова), были определены следующие формы: *Cardium* sp., *Cardita* cf. *minutula* Rom. *Pectunculus* sp., *Pecten* sp. *Modiola* sp., *Modiola* (*Brachydontes*) *Jeremejevi* Rom., *Corbula* (*Cuneocorbula*) *biangulata* Desh., *C.* (*Cuneocorbula*) cf. *angulata* Lam., *C.* (*Cuneocorbula*) *turkestanensis* Slodk., *Turritella* sp., *Cerithium?* sp. Аналогичная фауна оказалась в сборах Е. С. Рыбниковой, из тех-же мест.

Горизонт с *Corbulidae* пользуется в Туркестане весьма большим распространением, но его стратиграфическое положение начало выясняться только в последние годы. Фауна этого горизонта впервые была описана Г. Романовским (1), по сборам в обнажении около Капланбека в окрестностях Ташкента (*Sphenia rostrata* Lam., *Cardita minutula* Rom., *Modiola Jeremejevi* Rom., и др.).

Впоследствии оказалось, что некоторые из этих форм были определены неточно (4). Так, одна из наиболее типичных форм, описанная Г. Романовским как *Sphenia rostrata* Lam., представляет собой в действительности *Corbula* (*Cuneocorbula*) *biangulata* Desh., *C.* (*Cuneocorbula*) *angulata* Lam. (5, 6, 7).

Горизонт со *Sphenia rostrata* Rom. (non Lam.) [= *C. biangulata* Desh. (pars) и *C. angulata* Lam. (pars)] обычно относился к среднему эоцену, причем его параллелизовали с ферганским ярусом (горизонтом *Gr. Esterhazyi* Pav.), считая лишь фациальным изменением последнего.

Однако еще в 1925 г. З. Ф. Гориздро-Кульчицкая писала (3), что определение фауны требует тщательной проверки и что установление возраста надо считать пока условным. Во всяком случае, толща известняков, характеризующаяся указанной фауной, „не может служить аналогом среднеэоценовым горизонтам с *Gryphaea Esterhazyi* Pav". Слои со *Sphenia rostrata* Rom. (non Lam.) в Фергане „залегают ниже пластов с *Gryphaea Esterhazyi* Pav. и *Ostrea strictiplicata* Raul. et Delb., подстилаясь серией верхне-меловых образований".

В дальнейшем такие-же наблюдения были сделаны Н. Ф. Безобразовой (6).

Стратиграфии среднеазиатского палеогена Н. Ф. Безобразова посвятила специальную заметку (7). Наиболее важным выводом является установление палеогенового возраста известного сузакского горизонта, принадлежность которого к верхам мела или к палеогену не была до последнего времени выяснена. Этот вывод доказывается нахожденпем ниже сузакского горизонта слоев с *Corbula biangulata* Desh. (*Sphenia rostrata* Rom. non Lam). Н. Ф. Безобразова дает следующую стратиграфическую схему для нижнего палеогена:

Палеоцен. Слои с *Corbula biangulata* Desh.

Нижний эоцен (сузакский горизонт). Слои с *Ostrea multicostata* Desh., *O. strictiplicata* Raul. et Delb., *O. hemiglobosa* Rom., *O.* cf. *turkestanensis* Rom.

Средний эоцен (ферганский ярус). Слои с *Gryphaea Esterhazyi* Pav.

Не входя здесь в рассмотрение некоторых спорных палеонтологических и других выводов, отмечу, что предложенную схему нельзя считать вполне доказанной, но она является в достаточной мере вероятной. Следует указать только, что в противоположность мнению Н. Ф. Безобразовой, *O. multicostata* и *O. strictiplicata* нельзя считать характерными для нижнего эоцена. Не менее часто, как в западной Европе, так и в Африке и др., они встречаются в среднем эоцене, а первая из них отмечена даже в более высоких горизонтах (13). По поводу этих форм Yang Kieh, например, пишет, что „elles se présentent toujours en abondance dans l'éocéne moyen" (14). *O. strictiplicata* в Фергане и в Бухаре не является редкостью в ферганском ярусе, где она находится совместно с *Gr. Esterhazyi*. Для сузакского же горизонта наиболее характерными можно считать *O. hemiglobosa* Rom. и *Gr. errara* Vial. (12).

Возвращаясь к Бухаре, к развитому там горизонту с *Corbulidae*, и анализируя фауну, которую удалось определить, можем высказать следующие заключения.

По своему стратиграфическому положению он соответствует слоям со *Sphenia rostrata* Rom. [=*Corbula biangulata* Desh. (pars) и *C. angulata* Lam. (pars)], широко распространенным в Средней Азии. Собранная Г. И. Шатовым фауна не дает точного критерия для установления возраста; перечисленные формы частью являются местными туркестанскими видами с еще не установленным окончательно стратиграфическим положением; из других — *C. biangulata* известна в нижнем эоцене (танетский ярус), а *C. angulata* распространена от нижнего до верхнего эоцена (танетский — бартонский ярус). Списки Романовского, приведенные им для обнажения у сел. Капланбек, требуют тщательной проверки. Можно только категорически отрицать предполагавшийся ранее верхнемеловой возраст этого горизонта. Наиболее вероятно его положение в самых низах эоцена.

Слои с *Corbula* прослежены в 1932 г. на большом протяжении Н. П. Туаевым дальше на восток в Ширабад-Байсунском районе, а один экземпляр *Corbula* удалось обнаружить во время препарировки фауны в коллеции Н. А. Швембергера из Ю.-З. Таджикистана.

В верхах этих известняков П. К. Чихачевым и А. Л. Бурачком найдены *Pycnodonta Archiaci* Bellardi и *Ostrea* (*Gigantostrea*) ex gr. *gigantica* Sol. Устрицы, которые в приводившихся раньше списках фауны этого горизонта обычно фигурировали под названием *O. vesicularis*, вероятно принадлежат к виду *Pycnodonta Archiaci* Bell.

Таким образом теперь можно с уверенностью говорить о широком распространении горизонта с *Corbula* в Бухаре; он является весьма

характерным и постоянным, причем пользуется колоссальным распространением в Средней Азии. Я предлагаю для него название Бухарского горизонта.

Следует остановиться еще на одном обстоятельстве. Не вся толща гипсоносных известняков в Бухаре может быть отнесена к Бухарскому горизонту. Можно говорить с достаточной уверенностью, что низы ее принадлежат еще верхнему мелу. Об этом свидетельствует *Baculites* sp., найденный в основании толщи Михайловским (2), и аммониты, к сожалению, пропавшие при пересылке, найденные А. Р. Бурачек в Сарсаряке (12). Эти находки относятся к тем местам, где мощность толщи увеличивается до 200—300 м, тогда как обычная ее мощность имеет колебания в пределах 60—80 м. Пока, особенно не повидав гипсоносных известняков лично, я затрудняюсь делать какой-либо вывод. Приходится только принять как факт, что в Бухаре эта толща должна быть, по крайней мере в некоторых местах, подразделена на две части; из них нижняя, быть может и не везде присутствующая, относится к верхнему мелу, а верхняя — принадлежит бухарскому горизонту (нижний эоцен?).

Нефтяной геолого-разведочный институт.
Ленинград.

Поступило в Редакцию
13 XI 1933.

GÉOLOGIE

SUR LE PALÉOGÈNE INFÉRIEUR DU BOUKHARA

Par O. VJALOV (VIALOV)

(*Présenté par A. Borissiak, de l'Académie, le 17. XI. 1933*)

G. Šatov, de l'Institut des Pétroles, m'a remis en 1932, pour être examinée, une petite collection de faune fossile provenant de la région située au sud du chemin de fer d'Asie Centrale, entre les méridiens des stations de Novaja Boukhara et de Kerminé.

La plupart de ces fossiles proviennent de calcaires blancs poreux faisant partie d'une suite de calcaires gypsifères et qu'il était reçu de rapporter au crétacé supérieur.

A côté de noyaux et d'empreintes en mauvais état de conservation il a été possible de distinguer quelques exemplaires pouvant servir non seulement à des déterminations d'espèce, mais aussi à donner certaines indication quant à l'âge des couches. Provenant d'affleurments divers, mais d'un seul et même horizon stratigraphique (suivant les données de G. Šatov), les formes suivantes on été déterminées (*Cardium* sp., *Cardita* cf. *minutula* Rom., *Pectunculus* sp., *Pecten* sp., *Modiola* sp., *Modiola* (*Brachydontes*) *Jeremejevi* Rom., *Corbula* (*Cuneocorbula*) *biangulata* Desh., *C.* (*Cuneocorbula*) cf. *angulata* Lam., *C.* (*Cuneocorbula*) *turkestanensis* Slodk., *Turritella* sp., *Cerithium*? sp. Une faune analogue s'est trouvée dans les récoltes de E. Rybnikova provenant des mêmes lieux.

L'horizon aux *Corbulidae* jouit au Turkestan d'une très grande extension, mais ce n'est qu'au cours de ces dernières années que la position stra-

tigraphique en commence à être élucidée. La faune de cet horizon a été décrite pour la première fois par G. Romanovskij (1) d'aprés des récoltes faites dans un affleurement près de Kaplanbek aux environs de Tashkent (*Sphenia rostrata* Lam., *Cardita minutula* Rom., *Modiola Jeremejevi* Rom., etc.). Il s'est trouvé, par la suite, que certaines de ces formes ont été déterminées de façon inexacte (4). Ainsi, une des formes les plus typiques, décrites par G. Romanovskij comme *Sphenia rostrata* Lam., se trouve être en réalité la *Corbula* (*Cuneocorbula*) *biangulata* Desh., ou *C.* (*Cuneocorbula*) *angulata* Lam. (5, 6, 7).

L'horizon renfermant la *Sphenia rostrata* (Rom., non Lam.) [=*C. biangulata* Desh. (pars) et *C. angulata* Lam. (pars)] était d'habitude rapporté à l' éocène moyen, en le parallélisant avec l'étage ferghanien (horizon de *Gr. Esterhazyi* Pav.) à titre de simple modification faciale de ce dernier.

Toutefois, dès 1925 encore, Z. Gorizdro-Kulčickaja (3) a déclaré que la détermination de cette faune demandait à être contrôlée avec soin et que l'âge établi ne devait être valable que sous toutes réserves. En tout cas, la série des calcaires caractérisée par la faune indiquée „ne saurait servir d'analogie avec l'horizon d'éocène moyen à *Gryphaea Esterhazyi* Pav.". Les couches à *Sphenia rostrata* Rom. (non Lam.) „sont situées au dessous des strata à *Gryphaea Esterhazyi* Pav. et *Ostrea strictiplicata* Raul. et Delb. recouvrant à leur tour la suite des formations du crétacé supérieur". Des observations toutes pareilles ont été faites depuis par N. Bezobrazova (6), qui a consacré une notice spéciale à la stratigraphie du paléogène d'Asie Centrale (7). La conclusion la plus importante en est l'établissement de l'âge paléogénique pour l'horizon bien connu de „Suzak"; pour lequel la question de son appartenance aux régions supérieures du crétacé ou au paléogène n'était pas tranchée jusqu'à ces derniers temps.

Cette conclusion se base sur la constatation au dessous de l'horizon de Suzak de couches à *Corbula biangulata* Desh. (= *Sphenia rostrata* Rom., non Lam.). N. Bezobrazova donne le schéma stratigraphique suivant pour le paléogène inférieur:

Paléocène. Couches à *Corbula biangulata* Desh.

Eocène inférieur (horizon de Suzak). Couches à *Ostrea multicostata* Desh., *O. strictiplicata* Raul. et Delb., *O. hemiglobosa* Rom., *O.* cf. *turkestanensis* Rom.

Eocène moyen (étage ferghanien). Couches à *Gryphaea Esterhzyi Pav.*

Sans entrer ici dans l'examen de certaines conclusions paléontologiques et autres, sujettes à contestation, j'exprimerai l'avis que le schéma proposé, s'il ne peut être considéré comme absolument démontré, n'en est pas moins suffisamment vraisemblable. Il faut faire toutefois cette réserve, que, contrairement à l'opinion de N. Bezobrazova, *Ostrea multicostata* et *O. strictiplicata* ne peuvent être considérés comme caractéristiques de l'éocène inférieur. Ces fossiles se rencontrent tout aussi fréquemment, tant en Europe qu'en Afrique, dans l'éocène moyen, et la première des ces espèces a été signalée même dans des étages supérieurs (13). A propos de ces formes Yang Kieh, par exemple, ecrit qu'elles „se présentent toujours en abondance dans l'éocène moyen" (14). *O. strictiplicata*, au Ferghana et au Boukhara, n'est pas une rareté dans l'étage ferghanien où elle se trouve de concert avec *Gr. Esterhazyi*, tandis que pour l'horizon de Suzak on peut considérer comme les plus caractéristiques *O. hemiglobosa* Rom. et *Gr. errara* Vial. (12).

En revenant au Boukhara, à l'horizon aux *Corbulidae* qui y est développé et en analysant la faune que nous avons réussi à déterminer, nous pouvons émettre les conclusions suivantes.

De par sa position stratigraphique il correspond aux couches à *Sphenia rostrata* Rom. [= *Corbula biangulata* Desh. (pars) et *C. angulata* Lam. (pars)], largement répandues en Asie Centrale. La faune recueillie par G. Šatov ne fournit pas un critérium précis pour en établir l'âge; les formes énumérées sont en partie des espèces locales propres au Turkestan à position stratigraphique non encore définitivement établie; parmis les autres *C. biangulata* est connue dans l'éocène inférieur (étage thanétien), tandis que *C. angulata* est répandue depuis l'éocène inferieur jusqu'au supérieur (étage thanétien — bartonien).

Les listes dressées par Romanovskij pour l'affleurment près du village Kaplanbek réclament une vérification soignée. Mais il importe de récuser catégoriquement de prime abord l'âge de crétacé supérieur conjecturé précédemment pour cet horizon. Le plus vraisemblable serait de le situer tout au bas de l'éocène.

Les couches à *Corbula* ont été poursuivies en 1932 sur une grande étendue par N. Touaïev plus loin vers l'est dans la région de Shirabad-Baysun et un exemplaire de *Corbula* a pu être constaté en préparant la faune de la collection de N. Schwemberger provenant du S.-O. du Tadjikistan.

Tout dans les hauts de ces calcaires P. Čichačev et A. Buraček ont trouvé des *Pycnodonta Archiaci* Bellardi et des *Ostrea* (*Gigantostrea*) ex gr. *gigantica* Sol. Les huitres qui dans les listes précédemment publiées de la faune de cet horizon figuraient habituellement sous la dénomination de *O. vesicularis* appartiennent probablement à l'espèce *Pycnodonta Archiaci* Bell.

Ainsi donc, on peut d'ores et déjà parler avec assurance d'une grande expansion de l'horizon aux *Corbula* dans le Boukhara; c'est un horizon très caractéristique et constant, extrêmement répandu dans toute l'Asie Centrale. Je propose pour le désigner la dénomination d' „horizon boukharien".

Il importe encore de considérer qu'il ne saurait être question de rapporter la série des calcaires gypsifères dans le Boukhara pour sa totalité à l'horizon boukharien. Les bas en peuvent être envisagés avec assez de certitude comme appartenant encore au crétacé supérieur. Le *Baculites* sp., trouvé par Michajlovskij (2) à la base de la série et des ammonites trouvés par A. Buraček à Sarsariak et malheureusement perdus au transport peuvent en temoigner. Ces trouvailles se rapportent aux lieux où la puissance de lé série s'accroît jusqu'à 200—300 m, alors que d'ordinaire elle varie dans les limites de 60 à 80 m. En attendant, surtout sans avoir examiné ces calcaires gypsifères sur les lieux, je ne me hasarde pas à préciser mes conclusions. Mais ce qu'il faut signaler comme un fait avéré, c'est que au Boukhara cette série doit être subdivisée, par endroits du moins, en deux parties; la partie inférieure, pouvant faire défaut par endroits, se rapporte au crétacé supérieur, tandis que la partie supérieure appartient à l' horizon boukharien (éocène inférieur?).

Institut de Prospection des Pétroles.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 13. XI. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТРА — LITTÉRATURE

1. Г. Д. Романовский. Материалы для геологии Туркестанского края, вып. 2, СПБ. 1884. G. Romanovskij. Contributions à la géologie de pays de Turkestan, livr., 2, St. Pétersbourg, 1884.
2. С. Н. Михайловский. Геологические исследования в центральной Бухаре, Зап. Горного институт., том V, вып. 2—3, стр. 80—156, 5 табл., Пгр., 1914. S. Michajlovskij. Explorations géologiques dans le Boukhara Central, Publ. de l' Institut des Mines, t. V, livr. 2—3, pp. 80—156, 5 pl., Pétrograd, 1914.
3. З. Ф. Гориздро-Кульчицкая. Материалы к гидрогеологии бассейна рек Чирчик, Ангрен, Келес, Гидрогеологический очерк нижней части Чирчик-Келесского водораздела, Вестн. ирриг., 1925, № 12; стр. 79—104, VI табл., Ташк. Z. Gorizdro-Kulčickaja. Contributions à l'hydrogéologie du bassin des fleuves Tchirchik, Angrène, Kélès, Aperçus d'hydrogéologie de la partie basse du partage des eaux de Tchirchik — Keles, Vestnik Irrigatsii (Messager de l'irrigation), 1925, № 12, pp. 79—104, 6 pl., Tashkent.
4. Е. В. Иванов. Гидрогеологические исследования северной части Ташкентского уезда в 1923 году (Предварительный отчет), Вестн. ирриг., 1926, № 4, стр. 65—103, Ташк. E. Ivanov. Explorations hydrogéologiques de la partie Nord du district de Tashkent effectuées en 1923 (Compte rendu préliminaire), Vestnik Irrig., 1926, № 4, pp. 65—103, Tashkent.
5. В. С. Слодкевич. Некоторые новые или мало изученные *Corbulidae* из эоценовых отложений Туркестана, Изв. ГГРУ, 1929, т. XLVIII, № 3, стр. 137—141, L. V. Slodkevič. De certaines *Corbulidae* nouvelles ou peu étudieés des dépôts éocéniques du Turkestan, Isvestia GGRU (anciên Comité Geologique), 1929, t. 48, №. 3, pp. 137—141, Leningrad.
6. Н. Ф. Безобразова. К стратиграфии северо-восточной части ферганской котловины, Тр. Среднеаз. гос. унив., серия VII-а, геология, вып. 14, стр. 1—17, 1929. N. Bezobrazova. Contributions à la stratigraphie de la partie nord-est de la dépression du Ferghana, Travaux de l'Université d'Asie Centrale, serié VII-a, géologie, livr. 14, pp. 1—17, 1929.
7. Н. Ф. Безобразова. К палеогеновым отложениям Средней Азии, Бюлл. Ср.-аз. район. геол. разв. упр., № 3, стр. 31—40, 1 табл., Ташк., 1930. N. Bezobrazova. Sur les dépôts paléogeniques d' Asie Centrale, Bull. de la section d'Asie Centrale de l'ancien Comité Géologique, № 3, pp. 32—40, 1 pl., Tashkent, 1930.
8. Б. М. Здорик. Таджикистанский фосфор. район, журнал „Удобрение и урожай", №6, 1930. B. Sdorik. La région phosphorifère de Tadjikistan, „Engrais et récolte" (Revue), № 6, 1930.
9. А. Д. Архангельский. Геологические исследования в низовьях Аму-Дарьи, Тр. ГГРУ, вып. 12, 1931. A. Archangelskij. Explorations géologiques dans les basses régions de l'Amou-Daria, Tr. GGRU, livr. 12, 1931.
10. П. К. Чихачев. Предв. отчет о работах 1929 г. в Сталинаб. районе, Изв. ГГРУ, 1931, т. L, вып. 35. P. Cichačev. Compte rendu préliminaire des travaux effectués en 1929 dans la région de Stalinabad, Isv. GGRU, 1931, t. L, livr. 35.
11. А. Р. Бурачек. К геологии саятского каменноуг. местор., Изв. ВГРО, 1931, т. L, вып. 80. A. Buraček. Contributions à la géologie du gisement houillier de Sayate, Isv. VGRO (ancien Comité Géologique), 1931, t. L, livr. 80.
12. Б. А. Борнеман, А. Р. Бурачек и О. С. Вялов. К вопросу о распространении верхнемеловых и третичных устриц в Средней Азии (печатается). B. Borneman, A. Buraček et O. Vjalov. Sur l'expansion des huîtres du crétacé supérieur et du tertiaire dans l'Asie Centrale (sous presse).
13. L. R. Cox. A Contribution to the Molluscan Fauna of the Laki and Basal Khirthar Groups of the Indian Eocene, Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh, vol. LVII, part 1, 1932, p. 62.
14. Yang Kieh. Observations sur le genre Ostrea dans l'éocène des régions mésogéennes, BSGF., 4 sér., t. XXX, 1930, fasc. 1—2, p. 99.

От Редакции. — Bekanntmachung

По просьбе С. А. Арцыбышева, В. М. Южакова и Л. Б. Милковской, авторов статьи „Аддитивное окрашивание кристаллов щелочно-галоидных солей", помещенной в № 8 „Докладов Академии Наук" (серии А) в 1933 г., Редакция сообщает, что указанная статья поступила в „Доклады А" 3 июля 1933 г.

Dem Wunsche der Verfasser des Aufsatzes „Zur additiven Färbung der Alkalihalogenidkristalle" S. Arzybyschew, V. Jushakov und L. Milkovskaja (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS № 8 1933—Serie A) entgegenkommend, stellt die Redaction fest, dass die betreffende Handschrift den 3. Juli 1933 eingegangen ist.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

с 1 января 1934 г. по 1 января 1935 г.

на год (36 выпусков) цена ..... **54 руб.**
на полгода (18 выпусков) цена... **27 руб.**

«ДОКЛАДЫ» выходят ежедекадно (1, 11 и 21 каждого мес.)

ВЫПУСКАМИ В 3 ПЕЧАТНЫХ ЛИСТА

ЦЕНА ОТДЕЛЬНОГО ВЫПУСКА **1 руб. 50 коп.**

КОМПЛЕКТЫ

ИЗДАНИЯ

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

за 1933 год

Шесть выпусков — 20 печ. листов

Цена 9 руб.

Подписку и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук Ленинград 1, В. О., Тучкова наб., 2, или сдавать доверенным, снабженным специальными удостоверениями

Цена 1 руб. 50 коп.